

「地中等埋設物探知・除去技術開発」
事後評価報告書

平成20年2月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

平成20年2月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 村田 成二 殿

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会 委員長 西村 吉雄

NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、別添のとおり
評価結果について報告します。

目 次

はじめに	1
分科会委員名簿	2
審議経過	3
評価概要	4
研究評価委員会におけるコメント	8
研究評価委員会委員名簿	9
第1章 評 価	
1. プロジェクト全体に関する評価結果	1-1
1. 1 総論	
1. 2 各論	
2. 個別テーマに関する評価結果	
2. 1 携帯型対人地雷探知器の開発	
2. 2 車両型対人地雷等探知機の開発	
2. 2 対人地雷除去機の開発	
3. 評点結果	
第2章 評価対象プロジェクト	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会における説明資料	2-2
参考資料 1 評価の実施方法	参考資料 1-1
参考資料 2 評価に係る実施者意見	参考資料 2-1

はじめに

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクト毎に当該技術の外部の専門家、有識者等によって構成される研究評価分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「地中等埋設物探知・除去技術」の事後評価報告書であり、第13回研究評価委員会において設置された「地中等埋設物探知・除去技術」（事後評価）研究評価分科会において評価報告書案を策定し、第16回研究評価委員会（平成20年2月28日）に諮り、確定されたものである。

平成20年2月
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

「地中等埋設物探知・除去技術」

事後評価分科会委員名簿

(平成19年10月現在)

	氏名	所属、肩書き
分科 会長	しもい のぶひろ 下井 信浩	東京工業高等専門学校 機械情報システム専攻科 准教授
分科会長 代理	あさま はじめ 浅間 一	東京大学 人工物工学研究センター 教授
委員	たきた よしひろ 滝田 好宏	防衛大学校 電気情報学群 情報工学科 ロボット工学講座 教授
	なかやま よしお 中山 良男	産業技術総合研究所 爆発安全研究コア 爆発衝撃研究グループ グループリーダー
	わさき かつみ 和崎 克己	信州大学 大学院工学系研究科 情報工学専攻 情報セキュリティ学講座 准教授

敬称略、五十音順

審議経過

- 第1回 分科会（平成19年10月27日）

- 公開セッション

- 1. 開会、分科会の設置、資料の確認
 - 2. 分科会の公開について
 - 3. 評価の実施方法について
 - 4. 評価報告書の構成について
 - 5. プロジェクトの概要説明

- 非公開セッション

- 6. プロジェクトの詳細説明
 - 7. 全体を通しての質疑
 - 8. 纏め、講評（公開）
 - 9. 今後の予定、その他、閉会

- 第16回 研究評価委員会（平成20年2月28日）

評価概要

1. 総 論

1) 総合評価

対人地雷の探知、除去技術の開発は困難な状況と非常に困難な課題を有していることから、民間独自で取り組まれることは期待できない。しかし、人道支援は国や企業の利益追求を超えたものであるため、地雷埋設国の要望に応えるための実用技術開発は、国が取り組むべきであり、日本の国益にかなう目に見える形での人的国際貢献を示す上で意義は大きい。既存の要素技術に新しい開発要素を加えることにより効率的に装置開発を行い、高いレベルの技術開発に概ね成功するとともに、国際貢献に準じた実用レベルの技術開発したことは評価できる。

技術開発の有効性を判断するため、各種機器について共通の評価が出来る指標や具体的な目標設定が一部不十分であった。事業推進において困難な要因が数多く存在し、そのため、現場の環境やニーズに十分応えられる機器開発がすべて完了したわけではなく、プロトタイプ開発にとどまるものもあった。また、本事業は国際貢献に関する重要案件であるため、より成果を上げるためには関係省庁の法整備や業務分担など、実施にあたる一層の事前調整の必要性があった。

国際貢献に資する実用化に向けて、現地の声を反映しつつ、今後、公的研究資金などを活用しつつ実現することが望まれる。

2) 今後に対する提言

本事業の最終的な出口は人道支援として地雷埋設地域の国々への国益にかなう国際貢献である。除去機のうち、すでに納入実績のある製品もあるが、他の開発品はプロトタイプの状況である。開発された技術を実用化し、事業として展開するには、企業の継続的な開発努力と、さらなる国の支援を期待するものである。その際、本事業で得られた成果に限らず、他省庁で開発された技術も活用できるよう、国一体となった体制を構築していくことが望ましい。

また、開発の方向性として高性能を目指すだけでなく、現場のニーズに応じた機能面、使いやすさの面でのさらなる改良、コストダウンにも目を向けるべきである。アフガニスタンやカンボジア地域のみならず、地雷埋設地域の国々での実証実験とデータ収集を行い、情報収集を可能とし、支援すべきである。

一方、地雷埋設地域の国々への普及にはODA等での調達だけでなく、オペレータの育成や機器のトレーニング、現地メンテナンスなどソフト面での運用支援にも留意が望まれる。

本事業で開発した技術の内、民生分野などへの展開が見込めるものもあった。必要に応じて、産官学が一体となった実用化・事業化の開発にも期待したい。

2. 各 論

1) 事業の位置付け・必要性について

対人地雷の被害を根絶することは、人道的人命救済の観点からも重要な開発課題で

ある。近年、対人地雷の探知、除去技術は人道的支援技術として緩和されたことから、本事業は日本の技術力による国際貢献を果たす上での意義は大きい。一方、日本には地雷原がないことや、海外での実証試験を実施する必要があることから、民間独自で取り組むことは不可能なため、国の支援は必須であった。また、日本の民生技術を転用し、高性能の機器として開発支援する上で、取り纏めとして NEDO の関与は必須であった。また、地雷の駆除に貢献すれば、その国の経済発展などに大きく寄与することからも費用対効果は大きいものと判断する。

しかしながら、JST 等の研究事業に類似する部分があることや、外務省や防衛庁などとの連携が図られているものの、外務省の研究支援で実施した現地試験のデータが一部示されないこと、事業計画時点で転用可能性や波及効果の検討が十分されていないと考えられることなど、まだ問題点も存在している。効率的、効果的に国益にかなう国際貢献に取り組むには、経産省、文科省、外務省、防衛省を取り込んだ横断的組織を作る必要があった。

地雷処理器材や人的な国際貢献を求める国々には、アフガニスタンやアフリカ諸国等多数の国々が存在し、今後 ODA を含めた国際援助を進めることが望ましい。

2) 研究開発マネジメントについて

社会情勢や技術動向、日本の持つ現状技術を反映した研究開発目標や研究開発計画となっており、概ね妥当であったと考える。特に遠隔から操作する無人装置を開発課題に取り上げたことは、人的安全性を確保する上で重要であったといえる。事業体制に関しては、地雷探知技術開発の一部が中断を余儀なくなったが、プロジェクト全体では有効な成果が得られたことを勘案すると、妥当であった。国外退去などの予想外の情勢変化にも柔軟に対応した結果、土漠地域と植生地域用の 2 種類の機器開発が行われ、装置の汎用性の観点からは好ましい成果になった。

しかしながら、各試験項目の評価手法が実施者毎で異なり、どの様な条件でどれだけの成果が得られたのかが判断できない。事業の性質上、目標の達成度を評価する指標を定量的客観的に設定することが難しいことは認められるが、具体的な指標を設定した上で競争開発を即すようにプロジェクトを遂行することがマネジメント上望ましかった。そのためには、日本国内に模擬試験場を整備するなど、定量的に評価する手法を構築することも検討すべきであったと考える。また、ある事業者が自社の事情により事業の途中で抜けたことはやむを得ない事情として判断せざるを得ないが、その事業者の成果等の効果の把握を十分されていないようなので、マネジメントの観点で問題があった面があった。なお、適切なマネジメントを行う上で、実施者の情報のみならず、本事業に関する全ての情報を整備しておくべきである。

地雷探知・処理に関した案件が他省庁や科研費で取り組まれており、類似している開発支援がある。日本の国際貢献として国一丸となって取り組むべきことなので、事業立案から評価までを国で一元化し、効果ある国際支援を図るようなマネジメントが望ましかった。

3) 研究開発成果について

アフガニスタンやカンボジア地域での実証実験は様々な困難が予想されたが、概ね良好な試験結果を得ることが出来、目標とする技術レベルに達しているものと推測される。一部には世界初の技術開発もあり、日本の技術の高さを示したことにより予算に見合った成果が得られ、大きな国際貢献につながるであろう。また、いくつかの企業において特許が出願され、知的財産においても効果があったし、メディア報道、イベントでの出展、公開試験などを通じて、成果の普及が図られている。

しかしながら、現地実証試験（評価試験）については、外務省の研究支援で実施されたために、除去率などのデータが示されないことや、目標に対する達成は、各実施者毎の自主評価であり、達成度の評価を行うことが困難であった。また、国内、国外の技術との比較もなされていないことから、評価する上で困難が生じた。

人道的な見地より探知率・処理率 100%の達成が作業者の安全性を保証するものであるが、事業の結果では 90%を確保するのも難しい状況と思われる。今後めざすべきは数段階の探知・処理方法により 100%に極めて近い目標を達成することが望ましい。さらに、実現するためには会社の垣根を越えた技術交流と組織作り、総合的な実験施設の提供と我が国の第3者機関による定量的な性能評価の実施が望ましい。また、国内での需要は期待できないので、海外での広報や成果の普及活動にも力を入れることが望ましい。

4) 実用化、事業化の見通しについて

本事業で開発された一部の機器は、高い性能、耐久性、高い実用性を有しており、すでに導入されているものもある。それぞれの実施者は今後の実用化の検討を進めている。対人地雷の探知、除去技術として本格的に導入されれば、日本の国際貢献のみならず、日本の経済、社会および安全保障に大きな影響を与えるものと考ええる。本事業で得られた探知技術や自動制御技術は、防災ロボット等民生機器への応用が可能であり、それらの分野への波及効果に大きな期待が持てる。

しかしながら、対人地雷の探知、除去技術として、実用化や普及を目指す上で、現地のニーズに適応させていく必要がある。一部の機器では、環境への適応性、耐久性、大きさ、重量、使いやすさなど実用化の面でまだ解決すべき課題が残っている。いずれの機器も、事業性を高めるためには、コストダウン、機能の向上、使いやすさの向上などの問題に、継続的に取り組む必要がある。また、探知性能は、即ち人命に関わる重要な問題であるため、安易な評価は極めて危険である。前広に取り組むのではなく、日本の技術が直ぐ生かせるような分野に特化するなどメリハリをつけた方が、実用化や普及の見通しが伺えたと考える。

技術的な国際貢献を目指すのであれば、産官学の壁を取り除き、我が国の最先端技術を集結した協力体制の元で、開発されれば、実用化の見通しは高くなったのではなかろうか。また、日本において市場創出があり得ないことから、性能確認試験のための場所や試験マニュアル等の整備は国が主体とならないといけないだろう。加えて、

発展途上国特有の困難も想定されることから、一民間企業にだけ任せるのではなく、経済産業省、外務省などを含めた国益にかなう支援が今後も必要であろう。

研究評価委員会におけるコメント

第16回研究評価委員会（平成20年2月28日開催）に諮り、了承された。研究評価委員からのコメントは特になし。

研究評価委員会
委員名簿（敬称略、五十音順）

職 位	氏 名	所属、肩書き
委員長	西村 吉雄	国立大学法人東京工業大学 監事
委 員	伊東 弘一	早稲田大学 理工学術院総合研究所 客員教授（専任）
委 員	稲葉 陽二	日本大学 法学部 教授
委 員	大西 優	株式会社カネカ 顧問
委 員	尾形 仁士	三菱電機エンジニアリング株式会社 取締役社長
委 員	黒川 淳一	国立大学法人横浜国立大学大学院 工学研究院・システムの創生部門 教授
委 員	小林 直人	独立行政法人産業技術総合研究所 理事
委 員	小柳 光正	国立大学法人東北大学大学院 工学研究科バイオロボティクス専攻 教授
委 員	佐久間一郎	国立大学法人東京大学大学院 工学系研究科精密機械工学 精密機械工学専攻 教授
委 員	富田 房男	放送大学 北海道学習センター 所長
委 員	架谷 昌信	愛知工業大学 工学部機械学科 教授・総合技術研究所所長
委 員	平澤 冷	東京大学名誉教授
委 員	吉原 一紘	アルバック・ファイ株式会社 技術開発部 理事

第 1 章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下
の○、●、・が付された箇条書きは、評価委員のコメントを原文のまま、参考と
して掲載したものである。

1. プロジェクト全体に関する評価結果

1. 1 総 論

1) 総合評価

対人地雷の探知、除去技術の開発は困難な状況と非常に困難な課題を有していることから、民間独自で取り組まれることは期待できない。しかし、人道支援は国や一企業の利益追求を超えたものであるため、地雷埋設国の要望に応えるための実用技術開発は、国が取り組むべきであり、日本の国益にかなう目に見える形での人的国際貢献を示す上で意義は大きい。既存の要素技術に新しい開発要素を加えることにより効率的に装置開発を行い、高いレベルの技術開発に概ね成功するとともに、国際貢献に準じた実用レベルの技術開発したことは評価できる。

技術開発の有効性を判断するため、各種機器について共通の評価が出来る指標や具体的な目標設定が一部不十分であった。事業推進において困難な要因が数多く存在し、そのため、現場の環境やニーズに十分応えられる機器開発がすべて完了したわけではなく、プロトタイプ開発にとどまるものもあった。また、本事業は国際貢献に関する重要案件であるため、より成果を上げるためには関係省庁の法整備や業務分担など、実施にあたる一層の事前調整の必要性があった。

国際貢献に資する実用化に向けて、現地の声を反映しつつ、今後、公的研究資金などを活用しつつ実現することが望まれる。

<肯定的意見>

- 経済大国日本の目に見える形の国際貢献として本事業の意義は大きい。今後もハードウェアのみならず、教育や人的交流によるソフトパワーを充実させることで、安全保障の面での役割も期待できる。
- 本事業は、日本の人的国際貢献を示す重要な案件である。開発された技術は22分に1人の被害者が生まれる地雷埋設国にとっては早急に実用化が求められる課題である。実用技術の発展の為に、国及び NEDO 組織に於いてこれらの研究資金やメーカ育成のために更なる努力が求められる。
- 開発が困難な状況で、非常に困難な課題に対し、高いレベルの技術開発に成功している。非常に実用性の高い機器も開発されている。
- 対人地雷探知・除去装置の市場限定性による開発リスクを緩和しつつ、我が国が目に見える形での国際貢献を果たすための技術開発プロジェクトであり、その点で、重要なプロジェクトと評価できる。
- 既存の要素技術に新しい開発要素を加えることにより効率的に装置開発を行い、国際貢献できる実用レベルの製品開発したことは非常に評価できる。

<問題点・改善すべき点>

- 性能評価と現地での使い勝手の面で満足する事業になったかは疑問が残る。人的貢献をしないことから、機械は設計者や開発者が使うとは限らないので、配

慮されていた面があるものの、使用者の側に立った設計が十分行われていたとは思えなかった。利用環境や使用者、コストなどに配慮を行い、その上に性能を満足する必要がある。

- ここで言う性能は探知率及び除去率が 100%であるが、様々な理由からこれに到達は難しいのが現状であることが、残念である。
- 本事業に関する他省庁の類似事業が存在するので、予算配分や予算実施時の審査を慎重にし、科研費の規則に準じた罰則規定の検討も必要であると考えている。
- 危険な地域での実証試験、武器輸出三原則の制約など、開発において困難な要因が数多く存在した。その影響もあり、現場の環境やニーズに十分応えられる機器開発がすべて完了したわけではなく、いわゆるプロトタイプ開発にとどまるものもあった。
- 地雷探知技術開発に関して、一部に目標設定の妥当性や根拠が不十分であったところが見られた。
- 除去機については、複数の企業が係わったが、ある企業では除去率が公開されなかった。このため、達成度について評価できない部分も存在した。複数の企業が参加して、機器開発を行う場合には、事前に共通の評価量を設定しておくことが必要であろう。同様のことが耐爆性の評価においても見受けられる。各企業は、作業安全は大型地雷、機械安全は対人地雷を想定して、爆発薬量を設置している。事前に想定する爆発規模の最小値を NEDO 側で設置していれば、それに対する達成度を評価できたと思う。

<その他の意見>

- ・ 本事業に関する他省庁の類似事業が存在するので、予算配分や予算実施時の審査を慎重にし、参加資格等を明確にすべきである。
- ・ また、研究期間中に開発を断念した一事業者における事業費の支出及び使用に関しては不透明な部分が多々あるので詳細の使用明細や実施終了までの成果報告書等の不備を改善する必要があると思われる。
- ・ 研究開発項目別の目標達成度について、全ての項目において「達成」という状況が報告されたが、どの目標設定に対して、どの程度の達成度合いなのか、という定量的な評価として明確にすべきであった。

2) 今後に対する提言

本事業の最終的な出口は人道支援として地雷埋設地域の国々への国益にかなう国際貢献である。除去機のうち、すでに納入実績のある製品もあるが、他の開発品はプロトタイプの状態である。開発された技術を実用化し、事業として展開するには、企業の継続的な開発努力と、さらなる国の支援を期待するものである。その際、本事業で得られた成果に限らず、他省庁で開発された技術も活用できるよう、国一体となった体制を構築していくことが望ましい。

また、開発の方向性として高性能を目指すだけでなく、現場のニーズに応じた機能面、使いやすさの面でのさらなる改良、コストダウンにも目を向けるべきである。アフガニスタンやカンボジア地域のみならず、地雷埋設地域の国々での実証実験とデータ収集を行い、情報収集を可能とし、支援すべきである。

一方、地雷埋設地域の国々への普及には ODA 等での調達だけでなく、オペレータの育成や機器のトレーニング、現地メンテナンスなどソフト面での運用支援にも留意が望まれる。

本事業で開発した技術の内、民生分野などへの展開が見込めるものもあった。必要に応じて、産官学が一体となった実用化・事業化の開発にも期待したい。

<今後に対する提言>

- 開発実施者が今後当該事業を推進するには ODA 等での調達と運用支援が可能になることが前提であろう。それによって運用実績に基づいて開発にフィードバックし、より高性能な器材の提供が可能になるシステム作りが官側としては必要である。特に本器材に関しては人命に係わるもので重い、したがって除去率 100%を実現する技術を獲得することを期待する。
- 同じ成果を目標とする国のプロジェクト実施にあたり、省庁間の壁を取り払い更なる協力体制を構築して、実施予算の一本化とその成果の定量的な審査基準及び審査官等の所在責任を明確にすべきである。
- 本プロジェクトで開発された技術を実用化し、事業として展開するには、企業の継続的な開発努力と、国の継続的な支援が欠かせない。特に、本プロジェクトは、課題の性質上、企業努力だけでは解決できない問題が多く、さらなる国の支援を切に期待したい。企業側の事情により、途中で終了した課題については、開発した有用な技術が無駄にならないように、何らかの方策が講じられることが望まれる。
- 本プロジェクトの成果を生かし、地雷埋設地域での効果的な活用のため、アフガン・カンボジア地域での更なる実証実験とデータ収集が必要である。
- 除去機のうち、すでに納入実績のある製品もあるので、それらの今後の研究開発は民間で進めることが適当であろう。それ以外の機器は、ようやく開発が終了した段階のものもあり、これらについては、補助金を活用して、実用化を目指すのが良い。
- 機器のトレーニング、現地メンテナンスなどは、国の関与が今後も必要である。

＜その他の意見＞

- 事業実施にあたり、第１次段階では競争の原理を取り入れて各会社間の研究開発を実施し、第２段階に於いては各企業の優れた技術のみを抽出して連合企業として最適な開発目的を達成できる組織運営形態の実施も検討すべきであると思われる。
- これまで開発した機器に関しては、今後、現場のニーズに応じた機能面、使いやすさの面でのさらなる改良、コストダウン、開発した技術の他分野への事業展開なども含め、産官学が一体となった実用化・事業化のさらなる取り組みを期待したい。

1. 2 各 論

1) 事業の位置付け・必要性について

対人地雷の被害を根絶することは、人道的人命救済の観点からも重要な開発課題である。近年、対人地雷の探知、除去技術は人道的支援技術として緩和されたことから、本事業は日本の技術力による国際貢献を果たす上での意義は大きい。一方、日本には地雷原がないことや、海外での実証試験を実施する必要があることから、民間独自で取り組むことは不可能なため、国の支援は必須であった。また、日本の民生技術を転用し、高性能の機器として開発支援する上で、取り纏めとして NEDO の関与は必須であった。また、地雷の駆除に貢献すれば、その国の経済発展などに大きく寄与することからも費用対効果は大きいものと判断する。

しかしながら、JST 等の研究事業に類似する部分があることや、外務省や防衛庁などとの連携が図られているものの、外務省の研究支援で実施した現地試験のデータが一部示されないこと、事業計画時点で転用可能性や波及効果の検討が十分されていないと考えられることなど、まだ問題点も存在している。効率的、効果的に国益にかなう国際貢献に取り組むには、経産省、文科省、外務省、防衛省を取り込んだ横断的組織を作る必要があった。

地雷処理器材や人的な国際貢献を求める国々には、アフガニスタンやアフリカ諸国等多数の国々が存在し、今後 ODA を含めた国際援助を進めることが望ましい。

< 肯定的意見 >

- これまで武器輸出 3 原則に反する器材として扱われてきた器材を、人道的支援目的で緩和されたことで、地雷探知・処理技術で国際貢献しようとする企業に対して支援できる制度ができたことや、日本の技術を人命の安全確保に使用されるのはすばらしいことである。
- 今後においても厳正な審査と適正な予算執行を行うことで、NEDO における事業の有効性が示されると期待できる。
- これらの案件は、世界的に強く求められる地雷の被害を無くす人道的人命救済の重要な開発課題であるため、社会的な意義は大きい。国連の常任理事国を担うためにも、人道的地雷探知・除去の為に技術及び器材提供や人的貢献は必ず実施しなければならない義務である。今後これらの事業支援に NEDO が大きく関係することを強く願い支援したいと思う。
- 本事業は、地中等埋設物探知・除去技術開発施策の目標達成のために大きく寄与した。地中等埋設物探知・除去技術開発は、人道的見地から、社会的要請が大きい。特に、日本の技術力による社会貢献を果たす上で、本プロジェクトは極めて重要であり、企業による機器開発を支援する上で、NEDO の関与は必須であると考えられる。埋設物が存在する海外での実証試験や、武器輸出三原則の特例としての開発などにおいて、本機器開発は国の支援なしでは不可能である。
- 投資効果に関しては、投じた予算に対し、十分な効果が得られたと判断する。

- 事業目的に関しても、社会情勢を鑑み、妥当なものであったと考える。
- 民間技術活用による国際貢献、という事業目的の下、この研究・開発を進めるためには、取り纏めとして NEDO の関与は妥当であった。対象が何であれ、国際貢献のための技術開発に、国が積極的に関与・支援しているという姿勢を広く知らしめることが第一義的に重要と考える。
- 日本の民生技術を転用し、高性能の機器として仕上げる事ができたと判断する。国が積極的に関与したため、現地サイドの受け入れも容易となり、実証実験もやりやすかったものとする。このような事業は、民間企業だけでは実行が困難であることから、NEDO 事業として行われたことは妥当である。投じた予算と比較すると、開発された機器が市場に受け入れられれば、十分な効果となるであろう。費用対効果は大きいと判断する。

<問題点・改善すべき点>

- 本事業と JST における地雷探知に関する研究事業と類似する部分があり、並行して進行することでの弊害も見受けられた。この種の国際貢献には経産省、文科省、外務省、防衛省を取り込んだ横断的組織を作る必要がある。目標が一致することで組織化は可能と考えられる。
- また、本事業で生み出された機材の評価は探知率および除去率であり、統一した性能実験を数多く実施することで改善のためのデータ作りを積極的に行うべきであった。
- 事業形態としては概ね良好であるが、参加企業においては、評価基準である性能について判断の基準となる計測結果等を定量的な評価方式で明記しない点等の不備も見受けられた。また、開発要求側からの明確な数値による仕様書が作成されていないために評価基準を絞ることが困難である。
- 本事業を推進するには、省庁間連携が不可欠であった。本プロジェクトでも、外務省や防衛庁などとの連携が行われ、それなりに機能したと考えられる。しかし、外務省の研究支援で実施した現地試験のデータが一部示されないなど、まだ問題点も存在している。今後、このような事業に関しては、省庁間でより柔軟で密な連携を取れるような枠組みの構築に配慮すべきであろう。
- 開発技術の他分野への転用可能性や波及効果について、一部は検討されており、評価できるものであるが、その他は検討されていない。産業機械分野における産業競争力に貢献することについて、困難さが存在することは理解できるが、プロジェクト計画時点で十分な検討が為されておく方が望ましかった。

<その他の意見>

- ・ 我が国に地雷処理器材や人的な国際貢献を求める国々には、アフガニスタンやアフリカ諸国等多数の国々が存在し、今後 ODA を含めた国際援助のためにも国策を満たした条件の元で更なる発展を祈念したい。

2) 研究開発マネジメントについて

社会情勢や技術動向、日本の持つ現状技術を反映した研究開発目標や研究開発計画となっており、概ね妥当であったと考える。特に遠隔から操作する無人装置を開発課題に取り上げたことは、人的安全性を確保する上で重要であったといえる。事業体制に関しては、地雷探知技術開発の一部が中断を余儀なかったが、プロジェクト全体では有効な成果が得られたことを勘案すると、妥当であった。国外退去などの予想外の情勢変化にも柔軟に対応した結果、土漠地域と植生地域用の2種類の機器開発が行われ、装置の汎用性の観点からは好ましい成果になった。

しかしながら、各試験項目の評価手法が実施者毎で異なり、どのような条件でどれだけの成果が得られたのかが判断できない。事業の性質上、目標の達成度を評価する指標を定量的客観的に設定することが難しいことは認められるが、具体的な指標を設定した上で競争開発を即すようにプロジェクトを遂行することがマネジメント上望ましかった。そのためには、日本国内に模擬試験場を整備するなど、定量的に評価する手法を構築することも検討すべきであったと考える。また、ある事業者が自社の事情により事業の途中で抜けたことはやむを得ない事情として判断せざるを得ないが、その事業者の成果等の効果の把握を十分されていないようなので、マネジメントの観点で問題があった面があった。なお、適切なマネジメントを行う上で、実施者の情報のみならず、本事業に関する全ての情報を整備しておくべきである。

地雷探知・処理に関した案件が他省庁や科研費で取り組まれており、類似している開発支援がある。日本の国際貢献として国一丸となって取り組むべきことなので、事業立案から評価までを国で一元化し、効果ある国際支援を図るようなマネジメントが望ましかった。

<肯定的意見>

- 開発目標は基本的に現状技術を組み合わせと考えると、ほぼ妥当と言える。
- 現状の地雷探知・処理技術は、プロッタと金属探知器を併用した人海戦力であり、その探知・処理率は99.7%以上が求められている。
- 本事業による最大のメリットは、危険な地雷探知作業等を遠隔から無人装置による実施が可能な点にある。しかしながら、上記の目標率を達成するためには大手企業の英知を結集して開発に望む必要性があり、限られた国家支援予算の有効かつ最大限の効果を得るためにも成果の向上が望まれる。
- また、得られた技術成果を本事業以外でも有効に活用出来るように、その技術発表や技術成果の公表等を明確にして、本事業への直接参画会社以外の新たな参加を容易にして活性化することが重要であると思われる。
- 研究開発目標に関しては、社会情勢や技術動向を反映した妥当なものであったと考える。研究開発計画に関しても、ほぼ妥当であったと考える。研究開発実施者の事業体制に関しても、開発期間中に中断した一実施者を除き、妥当であ

ったと考える。情勢変化への対応に関しては、アフガニスタンを対象の地域とした当初の計画を、社会情勢の変化に応じて変更することとなったが、これについても適切な変更であったと判断する。

- 研究期間途中で、地雷探知技術開発の一実施者が中断したにも関わらず、プロジェクト全体では有効な成果が得られたことを勘案すると、マネジメントは情勢変化に対して適切に対応していたと判断する。
- 妥当なマネジメントが行われたと考える。特に、国外退去などの予想外の情勢変化にも柔軟に対応できた点は評価できる。結果的に、土漠地域と植生地域用の2種類の機器開発が実施されたが、装置の汎用性の観点からは好ましい成果になったと思う。

＜問題点・改善すべき点＞

- 研究開発計画の妥当性について、日本独自の技術での事業展開を期待するのであれば期間とお金が必要である。しかし、本事業では既存技術の組み合わせで可能な目標と性能であれば本事業の必要性は失われてしまう。
- 研究開発実施者の事業体制の妥当性について、開発実施者にとって必要なのは実際の状況を模擬した実験フィールドであるが、様々な理由で日本国内での実験には無理があることで必要なデータが集まらない結果となった。このような状況が計画段階から分かっていたら事業延長ということにはならず、除去・探知性能の向上のみに集中できた可能性がある。
- 情勢変化の対応等について、国際情勢の変化による実験場の確保がアフガニスタンでは難しくなったことから、計画の見直しによる延長となった。この延長によるメリットがあったか不明である。
- 各研究開発の役割と連携の仕方が不明確である。各目標値の達成が次にどの研究にリンクして実用化に発展するのか等が不明確である。
- 各試験項目の評価手法がメーカー毎に様々な方法で計測された結果を基に評価している。これではどのような条件でどれだけの成果が得られたのかが判断できない。
- 研究開発目標の達成度を評価する指標に関しては、事業の性質上、定量的客観的に設定することが難しい課題であった。研究開発計画に関しては、実用化の観点からの絞り込みは行われなかった。研究開発実施者の事業体制に関しては、ある実施者が、本事業の途中で抜けることになったことが問題点として挙げられるが、それを選定時に予期することは困難であり、やむを得ない事態であったと考える。
- 特に、地雷探知技術開発において、個別の開発目標及び統合した目標は、具体的数値と算定根拠が曖昧であった。具体的な評価尺度を設定した上でプロジェクトを遂行することが、マネジメント上、期待される場所である。
- 車両型探知機開発は一社で行われたが、二社以上で競争開発するのが望ましい。また、除去機の目標達成度を示す重要な数値である除去率について、一部の企業が数値を公開しなかった。安全性に係わる極めて重要な数値であるので、公開してほしかった。

＜その他の意見＞

- 他省庁の地雷探知・処理に関した同様の案件（JST・JICS）や学術振興会における科研費の助成金においても類似した事業が行われている。これらの助成金の受託できる資格の有無及び成果報告者の評価等を一元化して審査し、研究資金とその成果を有効的に社会に還元すべきであると考ええる。
- 研究期間途中で中断した一実施者と、その後「音信不通」で連絡がとれていなかったのは遺憾である。実施者は一企業であり、研究期間内における経営状態の変化等はやむを得ない事情があるにせよ、評価する上で必要な情報入手を研究中断時点で十分に収集していないと思われ、また事後評価を受ける直前になって情報収集等に対応している状況は改善すべき余地がある。以上の状況については、リスクマネジメントとして今後の課題とすべきである。

3) 研究開発成果について

アフガニスタンやカンボジア地域での実証実験は様々な困難が予想されたが、概ね良好な試験結果を得ることが出来、目標とする技術レベルに達しているものと推測される。一部には世界初の技術開発もあり、日本の技術の高さを示したことにより予算に見合った成果が得られ、大きな国際貢献につながるであろう。また、いくつかの企業において特許が出願され、知的財産においても効果があったし、メディア報道、イベントでの出展、公開試験などを通じて、成果の普及が図られている。

しかしながら、現地実証試験（評価試験）については、外務省の研究支援で実施されたために、除去率などのデータが示されないことや、目標に対する達成は、各実施者毎の自主評価であり、達成度の評価を行うことが困難であった。また、国内、国外の技術との比較もなされていないことから、評価する上で困難が生じた。

人道的な見地より探知率・処理率 100%の達成が作業者の安全性を保障するものであるが、事業の結果では90%を確保するのも難しい状況と思われる。今後めざすべきは数段階の探知・処理方法により 100%に極めて近い目標を達成することが望ましい。さらに、実現するためには会社の垣根を越えた技術交流と組織作り、総合的な実験施設の提供と我が国の第三者機関による定量的な性能評価の実施が望ましい。また、国内での需要は期待できないので、海外での広報や成果の普及活動にも力を入れることが望ましい。

<肯定的意見>

- 本件は、我が国の国際貢献の指針を示す重要な案件であり、実施にあたる企業においては、様々な困難が予想されたが概ね良好な試験結果を得ることが出来、目標とする技術レベルに達しているものと推測される。是非、本事業により得られた成果を実用化して、我が国の対人地雷に関した人的な貢献を実施してもらいたいと思う。
- 目標の達成度に関しては、概ね目標を達していると判断する。成果の意義に関しては、予算に見合った成果が得られ、大きな国際貢献につながると考える。いくつかの企業において特許が出願され、知的財産においても効果があったと判断する。
- メディア報道、イベントでの出展、公開試験などを通じて、成果の普及が図られている。
- 地雷埋設地域での効果的な活用のため、アフガン・カンボジア地域での実証実験とデータ収集に基づいた研究開発を遂行しており、成果は国際貢献につながることが期待できる。
- 成果はおおむね目標値をクリアしていると判断する。成果は、国際貢献につながることを期待できると考える。一部には世界初の技術開発もあり、日本の技術の高さを示すものとする。

<問題点・改善すべき点>

- 目標の達成度について、達成目標は探知率・処理率 100%が人道的地雷除去に必要な数字であるが、事業の結果では 90%を確保するのも難しい状況である。今後めざすべき目標 100%を実現するためには会社の垣根を越えた技術交流と組織作りと、総合的な実験施設の提供が不可欠である。
- 成果の意義について、確かに国際貢献につながる器材は開発したが、これを使ってくれる国があるかが問題である。一部の機材はすでに納入実績があるが、それにしても大きいし重い機材の投入は道路整備が進まなければ使用するのも無理がある。このような点から考えると使用範囲を限定した開発と言わざるを得ないのが、問題である。
- 各装置の性能緒言についての仕様及び技術資料が提出されていない。また、計測結果についての資料が未提出であるため定量的な評価が困難である。（技術資料が抽象的な表現で記載され過ぎている傾向がある）
- また、本事業により従来 of 技術と比較してどのように改善され向上されたのかが明確にわかる表示をお願いしたい。
- 目標の達成度に関しては、一部の課題において、外務省の研究支援で実施したために、除去率などのデータが示されず、達成度の評価を行うことが困難であった。成果の意義に関しては、本事業で開発された技術は、要素レベルの汎用性は期待できるものの、機器自体は環境依存であるために、必ずしも汎用性があるとは言えない。他国のマシンに対する優位性に関しても、不明である。
- 国内での需要は期待できないので、海外での広報や成果の普及活動が必須である。
- 研究開発項目別の目標達成度について、全ての項目において「達成」という状況が報告されたが、どの目標設定に対して、どの程度の達成度合いなのか、という定量的な評価として明確にすべきであった。

<その他の意見>

- ・ 開発装置の性能評価についてカンボジア（CMAC）等に依頼しているため、評価方法及び評価結果について疑問点が多々存在する。このような問題を解決するためにも 国内に於いて、もっと定量的な試験評価を可能にする試験場所及び試験仕様等を明確にして我が国の第3者機関が責任を持って性能評価を実施すべきである。
- ・ この種の事業は、継続的に行われている必要がある。したがって、今後とも、成果普及を機会あるごとに国内外で発信していく努力が必要と思われる。

4) 実用化、事業化の見通しについて

本事業で開発された一部の機器は、高い性能、耐久性、高い実用性を有しており、すでに導入されているものもある。それぞれの実施者は今後の実用化の検討を進めている。対人地雷の探知、除去技術として本格的に導入されれば、日本の国際貢献のみならず、日本の経済、社会および安全保障に大きな影響を与えるものとする。本事業で得られた探知技術や自動制御技術は、防災ロボット等民生機器への応用が可能であり、それらの分野への波及効果に大きな期待が持てる。

しかしながら、対人地雷の探知、除去技術として、実用化や普及を目指す上で、現地のニーズに適応させていく必要がある。一部の機器では、環境への適応性、耐久性、大きさ、重量、使いやすさなど実用化の面でまだ解決すべき課題が残っている。いずれの機器も、事業性を高めるためには、コストダウン、機能の向上、使いやすさの向上などの問題に、継続的に取り組む必要がある。また、探知性能は、即ち人命に関わる重要な問題であるため、安易な評価は極めて危険である。前広に取り組むのではなく、日本の技術が直ぐ生かせるような分野に特化するなどメリハリをつけた方が、実用化や普及の見通しが伺えたと考える。

技術的な国際貢献を目指すのであれば、産官学の壁を取り除き、我が国の最先端技術を集結した協力体制の元で、開発されれば、実用化の見通しは高くなったのではなかろうか。また、日本において市場創出があり得ないことから、性能確認試験のための場所や試験マニュアル等の整備は国が主体とならないといけないだろう。加えて、発展途上国特有の困難も想定されることから、一民間企業にだけ任せるのではなく、経済産業省、外務省などを含めた国益にかなう支援が今後も必要であろう。

< 肯定的意見 >

- 成果の実用化可能性について、本事業の目的は明確であることから、探知・処理性能が向上し、開発した機材を組み合わせることで除去率 100%を確保する総合的なシステムが確立できれば事業化は可能と思われる。そのための産官学と援助相手国との連携が今後の問題解決の糸口と考えられる。
- 波及効果について、本事業の波及効果を期待するのは、これによって何個の地雷を処理して人命を救い、どれだけの土地を開放したかである。この積み重ねが続くことによって親日派を増やすことがいずれ日本の経済、社会および安全保障に影響を与えるものとする。
- 本研究成果は、地雷探知技術のみに留まらず自動制御部門やロボット技術等への応用技術が可能であると思われるのでこれらの分野への波及効果に大きな期待が持てると思われる。
- 本事業で開発された一部の機器は、高い性能、耐久性、高い実用性を有しており、すでに導入されているものもある。

- 人道的に大きな社会的波及効果が期待できるだけでなく、国連や NGO などによる機器の導入、診断装置の民生機器への応用などが進めば、経済的波及効果も期待できる。
- 各々の研究開発テーマに対して、今後の実用化の検討は為されている。
- 全体的に事業化の可能性はあると判断される。一部の企業は納品実績もあり、事業化は有望である。

<問題点・改善すべき点>

- 事業化までのシナリオについて、重い、大きい、高いと言われるような機材の開発となっているのは残念である。利用者の側ではこのように大きな機材を望んでいたのか疑問である。
- 本件の技術評価に関しては、探知性能は、即ち人命に関わる重要な問題であるため、安易な評価は極めて危険である。ゆえに、実用化の見通し及び可能性に関しては、遠隔操縦による無人探知及び処理技術を優先するべきであると思う。
- 携帯型の地雷探知器に関しては、どの様なハイテクを使用しても最終的に地雷の有無をプロッタで確認しなくてはならない。この為、現状の地雷探知器と比べて価格や性能緒言について詳細に吟味する必要があると思う。
- 本事業で開発された一部の機器では、環境への適応性、耐久性、使いやすさなど、実用化の面で、まだ解決すべき課題が残っている。開発を中断したある実施者が開発した探知機に関しても、会社自体が清算処理中であるため、今後事業化の可能性があるのかは判断できないが、良い技術などが得られているのであれば、吸い上げて新たな展開などを検討するのが望ましい。
- いずれの機器も、事業性を高めるためには、コストダウン、機能の向上、使いやすさの向上などの問題に、継続的に取り組む必要がある。
- また、国連の調達機器のカタログに掲載されるような広報活動が、今後必要であろう。
- 開発技術の他分野への転用可能性や波及効果について、一部は検討されており、評価できるものであるが、その他は検討されていない。産業機械分野における産業競争力に貢献することについて、困難さが存在することは理解できるが、プロジェクト計画時点で十分な検討が為されておく方が望ましかった。

<その他の意見>

- ・ 性能確認試験のための場所や試験マニュアル等の作成のために国が主体となり本事業の支援を推進する必要がある。
- ・ 産官学がそれぞれの壁を取り除き、企業においても各社の優れた部分を集結した協力体制の元で、我が国の最先端技術の実力を発揮してもらいたいと思う。
- ・ 事業原簿や分科会時資料だけでは、事業化までの具体的なシナリオやマイグレーションパスを読み取ることができなかった。
- ・ 発展途上国特有の困難も想定されることから、一民間企業にだけ任せるには無理があるであろう。事業化に際しては、経済産業省、外務省などを含めた国の支援が今後必要であろう。

2. 個別テーマに関する評価結果

2. 1 携帯型対人地雷探知器の開発

1) 成果に関する評価

探知結果を画像により表示し、対人地雷と他の物質を分類して認識が可能な表示技術は優れている。スリランカ・カンボジア地域での実証実験とデータ収集に基づいた研究開発を行い、対環境性能、対振動性能が高く、高い耐久性・信頼性を有している。特に、異なる土質土壌での探知能力の向上が確認されており、評価できる。一部、非破壊検査装置など民生用に応用されており、波及効果も得られている。

しかしながら、地雷敷設エリアでの実用性を考えると、マーキング機能、判断機能など機能的な部分や、センサの補正や軽量化、日中炎天下での視認性、長時間使用など利便性に関わる部分など、多面的に見て使用者側に立った設計になっているか疑問であるため、今回の開発で十分であるかどうかは判断できない。また、従来の金属探知器との比較やJSTで開発された対人地雷探知技術との比較検討が行われていないので、優位性は判断できなかった。

なお、現場では対人地雷のみならず、対戦車地雷や散布地雷、クラスター爆弾の不発弾探知も必要である。これらに対応した探知性能の高度化が求められるので、継続的に改善することが望ましい。

<肯定的意見>

- 探知結果を画像により表示し、対人地雷と他の物質を分類して認識が可能な表示技術は優れている。しかし、命の危険にさらされている地雷探知者にとっては、誤りは許されないので、更なる表示方式や識別方式の簡略化が必要である。
- 地雷探知を応用した非破壊検査装置（コンクリート厚さ測定器）の開発は、鉄筋偽装や建築構造物の安全評価のために大きな貢献が可能であると思われる。
- 金属探知器と地中レーダによる複合探知器は将来的に実用化の可能性が大きいので探知率等の信頼性向上のための研究を実施してもらいたい。
- 画像表示式複合地雷探知器に関しては、対環境性能、対振動性能が高く、高い耐久性・信頼性を有していると判断する。小型、軽量で、操作性もよい。対人地雷探知用としては、どの程度実用として利用できるか明確ではないものの、民生用診断機器などに応用し、役立つ可能性がある。
- 複合型地雷探知器に関しても、小型で使いやすい探知機が開発されている。
- 地雷埋設地域での効果的な活用のため、スリランカ・カンボジア地域での実証実験とデータ収集に基づいた研究開発と評価を実施しており、成果は国際貢献につながることを期待できる。特に、異なる土質土壌での探知能力の向上が確認されており、この点でも研究成果は評価できる。
- 試作機の改良を繰り返すことにより、軽量化を実現できた。探知深さについても、試験現場の要求を越える性能を実現した。目標値をクリアしている。探知能力も従来型よりも高い。国際貢献できるレベルの機器開発ができた。知財、特許も多数取得しており、評価できる。

<問題点・改善すべき点>

- 使用者側に立った設計になっているか疑問に思える。日中炎天下モニターを覗いて確認ができるだろうか。信号及び画像処理を高度化により、音色や強度に変換して、モニターなしでも地雷の有無や深さが分かるようにすると使い易いものと考えられる。現地のユーザに受け入れられる設計方針をまず立てることが重要であろう。
- また、カンボジアでの試験において探知率が公表されていないため、本装置が従来の金属探知器と比較してどのような点で優れているのかが明らかになっていないのが残念である。
- JST では対人地雷探知の研究が実施されていたが、それによって生み出された技術との比較検討も必要であった。
- 装置の軽量化とバッテリー使用に関する長時間使用の可能化が必要（連続6時間使用を希望）
- 比誘電率や含水率等の電氣的性質が異なる土壤に於いてもリアルタイムに補正が可能であり、探知率及び性能に変動があってはならない。
- 探知深さに対応した電波周波数の多チャンネル化及び金属探知器の初期設定の簡便さ等を検討しなければならない。
- 画像表示式複合地雷探知器に関しては、実用面において、マーキング機能、判断機能などにおいて改善すべき点がある。技術的には、優れた探知機が開発されていると考えられるものの、現場での実用性を考えると、今回の開発で十分であるかどうかは判断できない。
- 複合型地雷探知器に関しては、実用的な探知機が開発されているように見受けられるが、具体的にどのような問題点が存在するかに関しては、事後評価提出物からだけでは判断が難しい。
- 研究開発項目別の目標達成度について、全ての項目において「達成」という状況が報告されたが、殆どの項目で定性的な評価に終始しており、どの目標設定に対して、どの程度の達成度合いなのか、という定量的な評価として明確にすべきであった。
- バッテリーを除いて重量が12kgであると、作業によっては、長時間作業は難しい可能性がある。バッテリー込みで10kg以下に軽量化すれば、作業候補者の対象が広がると思う。また、オペレーションに際しては、作業者が見落とさない工夫、訓練が必要であると思う。

<その他の意見>

- ・ 平成15年以降に複合型地雷探知器を開発した会社に対する事業の打ち切られたことに関して、資金力と技術力に関して審査が充分であったかが疑問である。この会社のプレゼン能力が高いものの、実力については疑問視するところがあり、もし、この会社へ公的資金を投入せずに、他の事業者や本事業で取り組まれている他社へ資金配分した方が、効果的な成果が得られたものと思うだけに残念であった。
- ・ 今後、散布地雷やクラスター爆弾の不発弾探知にも可能な技術開発が求められるので、これらに対応した探知性能の保持が重要である。
- ・ 複合型地雷探知器を開発した会社成果の事業化については、会社の状況もある

が、中断した時点での成果の完成度に関する判断材料が十分でないことから、コメントできない。

2) 実用化の見通しに関する評価

対人地雷探知用としての実用化はまだ問題があるが、非破壊検査機器への応用や地下埋設物の探査技術など民生分野への展開に期待が持てる上、一部、商品が開発されており、複合探知器の将来的な見通しは明るい。

対人地雷探知器としての実用化を鑑みると、現場で要求される機能の明確化と実現、コストダウン、大きさや重量など使用者にとって使いやすくするための改良などの課題はまだ多い。継続した現地あるいは模擬試験を定期的を実施し、得られたデータを開発にフィードバックするなど実用化に繋がるような取り組みがなされるべきである。継続的に進めるには関係機関の垣根を越えた取り組みと本事業を実施した会社の努力に期待するところが大きい。

<肯定的意見>

- 金属探知器と地中レーダを組み合わせた複合探知器の将来的な見通しは明るい。
- 本事業により得られた技術を非破壊検査機器への応用や地下埋設物の探査技術（遺跡調査や配管の外界検査）へと発展させることは望ましい。
- 画像表示式複合地雷探知器に関しては、対人地雷探知用としての実用化はまだ問題があると考えられるが、診断機器などの民生用としては、実用化の可能性はある。
- 複合型地雷探知器に関しては、実用性が高いと考えられる。
- 本プロジェクトで開発した技術の利用・波及効果については、コンクリート被り圧センサなど非破壊診断検査装置への実用性の可能性ならびに商品が開発されており、高く評価できる。
- 商品化は目途ができており、期待できる。特許の申請をして技術転用の可能性も見える。実用化の際の問題解決の方針も明確である。

<問題点・改善すべき点>

- 今後は、継続した現地あるいは模擬試験を定期的を実施することで技術の発展があると考えられる。関係機関の垣根を越えた取り組みと本事業を実施した会社の努力に期待するところが大きい。
- 本装置を用いても地雷を最終的に判断する作業としてプロッタによる接触式探知が必要である。
- 現状の地雷探知器と比較して探知器の価格・便利性・作業性を比較すると開発装置が優れているという証明を得ることは出来ない。
- 現状の地雷探知器とプロッタによる探知率は 99.7%以上であり、本装置の探知性能と比較すると優れている点を述べることは出来ない。
- 炎天下等の作業環境を考慮し、画像表示装置をオペレータが装着しているヘルメットのサンバイザーに表示する等の工夫も現地のニーズを確認しつつ、取り組むべきであれば今後取り組まれることが望まれる。
- 画像表示式複合地雷探知器の実用化に関しては、現場で要求される機能の明確化と実現、コストダウン、使用者にとって使いやすくするための改良などが必

要であり、実用化の課題はまだ多い。

- 複合型地雷探知器の実用化・事業化に関しては、事業部が廃止されたとのことであるので、現時点では絶望的と考えざるを得ない。
- 事業化までのシナリオに対しては、若干検討が不足している。
- プロジェクト終了後、導入までの道筋、コストダウン、導入普及について、もう少し時間がかかるようである。国、NEDO等の助成により、是非、商品化し、普及するように、努力してほしい。

<その他の意見>

- ・ 開発資金の減価償却を実施するための完成時における製品価格等が未定であり、開発に関する最終目標の数値等が示されていない。

3) 今後に対する提言

探知性能などの定量的な評価判断が出来なかったが、民生分野に転用するなど、一定の評価は出来る。対人地雷用または民生用に適応していくためには、探知率を向上させる必要がある。このためには技術力向上しかない。使用環境に応じて、要求される機能も異なると考えられるので、段階的に機能を改善・向上させるべく、継続的な開発、技術の向上に期待したい。

なお、地雷探知装置としてのユーザビリティ、とりわけ「探査」と「探知」との間の距離を埋める、パターン認識処理、知識情報処理等の機能を搭載した、探知システムの研究に今後取り組まれることが望まれる。

<今後に対する提言>

- 探知率を向上させるには技術力向上しかない。ある計測器メーカーが測定精度を一桁上げるのにセンサ開発等に10年を要したとの経験を述べている。このことから対人地雷の探知率の向上には、センサおよび回路の設計製作技術にどれだけの年月知恵を投入することができるかに懸かっている。
- 本装置を開発するにあたり、目標値の設定や探知性能の明確な数値等が示されていないために定量的な評価判断が困難である。ゆえに、実用化の可能性に関する最終的な判断が出来ない。
- 画像表示式複合地雷探知器に関しては、使用環境に応じて、要求される機能も異なると考えられるので、段階的に機能を改善・向上させるべく、継続的な開発を期待したい。
- 複合型地雷探知器に関しては、実用性の高いシステムであったにもかかわらず、会社自体が清算処理中とのことで大変残念である。開発された技術が、いずれかの企業が引き継ぐなど、何らかの形で活用されることが望まれる。
- 地雷探知装置としてのユーザビリティ、とりわけ「探査」と「探知」との間の距離を埋める、パターン認識処理、知識情報処理等の機能を搭載した、探知システムの研究が望まれる。
- 本事業で開発された技術の転用により、新しい機器開発が行われ、商品化され、市場に投入されている。今後の活用が期待される。

2. 2 車両型地雷等探知機の開発

1) 成果に関する評価

GPRデータを画像データ化した後、埋設地雷と他の物質を自動探知・識別地雷をシンボル表示することは優れている。これにより、高効率で、高い検出率が達成されている。また、車両の遠隔操縦や遠隔制御、自動探知・識別及びオペレータへの探知結果のシンボル表示が実現できていることから誤爆から開放され、人命の安全を第一優先とした開発がなされた。加えて、耐爆性、起爆防止対策などについては、軽量複合材を開発し、シミュレーションと実試験で実証していることより高く評価できる。

しかしながら、表示方法や識別方式について更なる検討・研究が必要であり、誤警報をさらに低減させる必要がある。また、開発された機器はとにかく大きい。軍で使えるような大きさであり、発展途上国における移動で大きな問題になるし、探知のためだけに重機械並みの燃料が必要となることが、現地で受け入れられるかが疑問である。加えて、探知器と車両が近接した場所にあることから、誤爆した場合は探知器と車両の両方に損失が生じ、作業の中断となり、非効率的になる恐れがある。メンテナンスに要する時間や経済性の観点にも考慮した設計方針がなされるべきだった。

車両型地雷探知機としての実用化には、対人地雷のみならず地表面に存在するクラスター爆弾や散布地雷の問題もあり、これらの探知が可能なセンサの開発が今後要求される可能性がある。

< 肯定的意見 >

- GPR データを画像データ化した後、埋設地雷と他の物質を自動探知・識別しシンボル表示することは、優れていると思われる。しかし、表示方法や識別方式について更なる研究が必要であると思われる。
- 人命の安全を第一優先とすると遠隔操縦による地雷探知は最適であると思われる。
- 川崎重工が開発した探知機に関しては、高効率で、高い検出率が達成されている。遠隔制御、自動探知・識別が実現できている。耐爆性、起爆防止対策などの工夫が施されている点も評価できる。
- 地雷埋設地域での効果的な活用のため、植生伐採地等の悪環境下で実証実験とデータ収集に基づいた研究開発と評価を実施しており、成果は国際貢献につながる事が期待できる。また、多重複雑土壌での探知能力の向上が確認されており、この点でも研究成果は評価できる。
- 耐爆性検討については、軽量複合材を開発し、シミュレーションと実試験で実証している。非常に評価できる。達成度としては、ほぼ目標をクリアしている。社内試験では探知率100%、誤警報も許容値以下という大きな成果をあげている。センサー信号をさらに識別して、探知能力を向上させている点は評価できる。広報活動は活発である。学会、メッセ等でも行われており評価できる。

<問題点・改善すべき点>

- とにかく大きいと思う。軍で使えるような大きさと、現地のニーズに沿った設計方針であったのかは判断つきかねる。現地における移動（地雷原までのアクセスが全て舗装もしくは整備されているとは限らない。特にカンボジアのようなぬかるんだ土地では大きすぎると思う）で大きな問題になるであろうし、物価の安い国において、探知のみでブルドーザ並みの燃料が消費されるのに納得させられるか疑問も残る。ただし、どの様な条件下でも探知率 100%であれば問題はないと思う。
- 地雷探知後の位置記録等の信頼性や誤探知や探知漏れの確認を実施することが困難である。
- 比誘電率や含水率の異なる土壌に於いてもこれらの電気的特性を瞬時に計測し探知結果の補正を実施する事が可能にならないといけない。
- 現在の中型戦車の重量は35 t程度である。従って探知車両も安全を考慮すると、同程度の装甲及び対弾構造が必要と思われる。ただし、発展途上国における、自走又はトレーラ輸送による橋梁の通過が不可能である。
- 探知器と車両が近接した場所にあり、ミス探知をした場合は探知器と車両の両方に損失が生じる。
- 誤警報をさらに低減させる必要がある。
- 車両前部のリフト機構を有するセンサ部は、対人地雷を起爆させない程度の接地圧を確保するように工夫されているものの、オペレータの見逃しなどで一度でも爆破事象が起これば、相応の被害は免れないが、被害は低コストのアンテナ部位（脚含む）と成るよう工夫がなされている。
- 社内試験より現地実証試験において対人地雷に対する探知率が低下し、誤警報率が増加した。探知車であることから、探知率は100%に近いことが要求されるべきであろう。現地での実績を積み重ねる必要がある。また、爆発によりセンサ部が破損するが、ユニット交換でメンテナンスに要する時間を短くする工夫がなされている。しかし、経済性の観点からは今後の課題として残るであろう。

<その他の意見>

- ・ 実用化のためには、地表面に存在するクラスター爆弾や散布地雷の探知が可能なセンサの開発が重要である。
- ・ 探知性能の評価のためには、定量的な試験方法で複数回実施した結果を示す必要があるが、本報告書に於いてはそれらの数値的な表示が困難とされている。

2) 実用化の見通しに関する評価

植生のある環境で適用するには、まだ解決すべき問題があるが、非常に有益な知見が集積され、アフガニスタンのような土漠環境での適用性は高いと考えられる。また、地中レーダに単純化した探知装置は、将来的に民生分野の地中探査技術への適応による実用化の可能性が期待される。リモートセンシング技術として技術応用を可能にすれば大きな波及効果が望まれる。

もし、埋設地雷の探知率が100%であれば大型車両による地雷探知は大きな期待となるが、現実には100%自動探知は難しく、未探知地雷の放置問題や探知終了エリアの保証等大きな課題が残っており、実用化の足かせになっている。また、今回開発された車両の重量が重いと考えられるが、現状のセンシング機能の有効活用で対戦車地雷を探知出来るので、これによる被爆は低いものの、センサ不良など機能しない場合は被爆する可能性が大きくなる。小型車両への適用も検討する方が望まれた。事業性を高めるためには、メンテナンスの向上やコストダウンする必要がある。

センサのアレイ化等による調整の難しさなど機材を使用する上で要求される運用技術の水準と貸与された地雷埋設国の技術水準で大きな開きがあり、実用化、普及にはかなり難しいものがあると思われる。

<肯定的意見>

- 金属探知器と地中レーダを複合化した探知装置は、将来的に地中探査技術（遺跡調査やガス管等の位置確認）の為の技術として実用化される可能性が大きいので地雷探知技術のみならず、応用範囲の広い開発思想も重要である。
- 地雷探知技術としてのみ限定しないでリモートセンシング技術として技術応用を可能にすれば大きな波及効果が望めると思われる。
- 植生のある環境で適用するには、まだ解決すべき問題があるが、アフガニスタンのような土漠環境での適用性は高いと考えられる。
- 本プロジェクトで開発した技術の利用・波及効果については、トンネル掘削機向け掘削土面探査用センサなど診断検査装置への実用可能性があり、評価できる。
- 解決すべき課題も明確に述べられている。実用化への見極めが具体的に述べられている。事業までのシナリオとしては、現地試験により現場状況が十分考慮されており、非常に有益な知見が集積されつつある。

<問題点・改善すべき点>

- 大型化することで被爆対策を考えたものであろうが、誤検知による対戦車地雷による被爆の可能性はある。このような問題点から、この車両が最適であることか疑問である。JSTにおける地雷探知の研究開発のように小型ロボット車両にGPRを搭載するような方向転換により、自律ロボット車両と探知センサとの組み合わせで汎用的な使用も可能となる。文字通り小回りの利いたシステムの構築も検討しておく良かった。

- 現実では非常に困難であり、埋設地雷の探知率が 100%であれば車両搭載型の地雷探知器は大きな期待となるが、未探知地雷の放置問題や探知終了エリアの保証等大きな問題が残存している。
- 機材が非常に高価なので、事業性を高めるためには、さらにコストを低減させる必要がある。
- 事業化までのシナリオに対しては、若干検討が不足している。
- 探知機の開発にとどまっているレベルであり、事業化のための検討は不十分である。整備性の向上やコストダウン等の解決指針は報告時点において具体的ではないといえる。ただし、先行導入された類似設計の除去機のアフガニスタンでの運用実績に基づいて具体化してくると考えられるので、対処方針が明確になることが期待できる。

<その他の意見>

- ・ 車両の軽量化と破損部品の短時間による交換等運用面について問題がある。
- ・ センサのアレイ化等による調整の難しさや貸与された地雷埋設国の技術レベルを考慮すると実用化にはかなり問題があると思われる。

3) 今後に対する提言

探知機の探知速度と除去機の除去速度が同程度である場合、探知専用の車両型機材を開発する必要性が薄れる。探知と処理を一体とするような機材を開発すべきだった。

しかしながら、探知速度が向上するならば、意義も見いだせるので、現地の環境の多様性、使用者の要望などにも対応しつつ、現地導入の結果明らかになった問題点を開発にフィードバックさせ、継続的に改良を行うことが望ましい。

なお、GPR については他の研究との組み合わせが可能であれば、それによる発展を期待できる。

<今後に対する提言>

- GPR については JST の将来研究テーマとして探知速度 1.5 km/h 以上のセンサの開発が行われ、その成果との組み合わせが可能であれば、それによる発展を期待したい。
- 車両による探知と処理を個別にする必要性は全く見受けられないと思う。
- 探知・処理は一体の装置を用い、例えば戦車の砲塔部のように旋回機構を用いて前部に探知器材、後部に処理器材を取付け、その必要に応じて器材を使用すべきである。
- 現地の環境の多様性、使用者の要望などにも対応しつつ、現地導入の結果明らかになった問題点を開発にフィードバックさせ、継続的に改良を行うことによって、実用化・事業化をさらに推進していただきたい。
- 埋設領域が特定されている前提で、探知機の探知速度と除去機の除去速度が同程度である場合、探知機を開発する必要性が薄れるような気がする。現状の性能に甘んじることなく、探知速度の向上を期待したい。

2. 3 対人地雷除去機の開発

1) 成果に関する評価

対戦車地雷の接触による被爆を考慮した設計となっている。また、埋設地雷が爆発しても安全な位置からの遠隔操縦を実現する我が国の最先端制御技術等を適用することにより、人的な安全確保と処理効率向上に有効である。その様なことから、諸外国の有人運転による地雷除去機材と比べても優位性を確保すると共に、世界に貢献できる技術であると考え。各除去機とも、各実施者が既に保有していた技術や重機械を活用し、特徴ある開発を行っている。加えて、車両本体と地雷除去機材をブームにより分離した技術は爆発事故における車両の損傷等を最小限にできると共に、この部分を重機械の部品に替えることによって、民生用として即転用することが可能である。地雷除去後における機材の有効利用が可能であり、研究成果としては高く評価できる。しかしながら、処理性能に関して各社の評価基準が異なるために、比較、評価が難しい。また、未処理または半壊状態の地雷が遠方に飛ばされたり、その場に残存する確率が高い。一部の機材では対応しているものもあるが、確実に除去実施が可能な2次的な地雷探知・処理技術にも着目した開発の一層の促進が望まれる。

車両の安全性を考慮すると重量が、戦車と同等程度の重さを必要とする。ただし、ユーザが必要とする除去方式毎に輸送性等を考慮した軽量化にも取り組み普及促進を図ることが望まれる。

有人車両の安全性を確保する為に対人地雷爆破に耐える機材を要求し開発してきたが、その結果として各社共に戦車と同等程度の重さが必要となった。しかし、ユーザが必要とする除去方式による軽量化に目を向けた設計を一層推進すべきであった。

<肯定的意見>

- 対戦車地雷による被爆を考慮に入れた改良の努力により、これまでより安全な処理機材になったことは敬意に値する。
- 遠隔操縦による地雷除去機材は、埋設地雷の爆発による人的な安全確保と処理効率向上のために有効な技術であると考え。
- 諸外国の有人運転による地雷除去機材は安全保証が困難であるため、我が国の最先端制御技術等を取り入れた本事業による成果は、世界に貢献できる技術である。
- 車両本体と地雷処理器材をブームにより分離した技術は、埋設地雷や不発弾の爆発事故においても車両の損傷等を最小限にできる有効な技術であると考え。
- 平坦地型の除去機に関しては、高い破碎率、鉄片回収率、処理効率が達成されている。高い耐爆性もあり、遠い距離からの遠隔操作も実現されている。十分な除去機能が実現されていると考える。
- 不整地対応型の除去機に関しては、走行性能が高く、高速な作業が実現されている。

- 油圧ショベル型の除去機に関しては、極めて高い耐久性が実現されており、極めて実用的な機器の開発に成功している。
- 地雷埋設地域での効果的な活用のため、各実施者が既に保有していた中型ブルドーザあるいはショベルドーザをベースとした実用重視の開発経緯、ならびに様々な土質条件下での破碎実証実験とデータ収集に基づいた研究開発と評価を実施しており、成果は国際貢献につながることを期待できる。また、いずれの重機械も、破碎・回収用の特殊装置を交換すれば、通常整地用として即転用することが可能なように機構上の工夫が為されており、この点においても、派遣先での有効利用が可能であり、研究成果は評価できる。
- 平坦地型については、十分な検討が積み重ねられている。処理効率も従来技術より向上し、遠隔制御できる距離も延びている。現地実験により高い耐爆性が実証されている。大いに評価する。
- 不整地対応型については、耐爆性が非常に高いことが確認できた。ビット交換が容易であるなど、メンテナンス面での技術開発も進展している。カッタービットの改良により作業速度が向上し、現地地盤での実証実験が行われている。成果普及はテレビ、新聞等で行われている。特許は多数あり、国内公開実験等で実用性を示しており、国際貢献につながる除去機開発が行われたと判断する。
- 油圧ショベル型については、世界一の技術を持ち、性能的にもナンバーワンということであり、ただちに現地で使用できる機器開発が行われたと考える。汎用性もあり、成果普及も進んでいる。

<問題点・改善すべき点>

- 地雷除去性能に関して各社の製品（運用）構想、評価基準が異なるために、技術的な優位性をどこで判断するかは難しい。統一した評価基準で各社の機材がどのような特徴を有し、劣っている点を把握することが本事業の一つの成果であろう。
- 今回、同じ様な形式の除去機を各社開発してきたが、競い合って除去性能がどのように向上したのか評価が必要である。
- I M A S 及び C M A C の要求基準を基に対爆・耐弾性を考慮して大きく重くできており、使用可能な環境が限られている。この大きさは本当にユーザが必要としている大きさなのかが開発当初や計画変更時に把握されていたかは判断できない。国際貢献はアフガンだけでないので、当初から大きさのバリエーションにも考慮して貰いたかった。
- 埋設地雷をカッタ処理した場合、未処理または半壊状態の地雷が遠方に飛ばされたり、その場に残存する確立が大きいので、確実に処理実施が可能な2次的な地雷探知・処理技術の確立が重要である。
- カッタによる埋設地雷除去の場合、傾斜面の角度計測及び処理深さの保証の困難さが予想されるので、除去率を保証する信頼性向上のためにもこれらに対応した技術開発が必要である。
- 平坦地型の除去機に関しては、重量が重いために、現地での移動における制約が存在する。
- 不整地対応型の除去機に関しては、回収率、除去率など、定量的な評価結果が示されなかったために、除去・回収に関して十分な機能が実現できたのかどう

かの判断できない。

- 油圧ショベル型の除去機に関しては、十分な実用性がすでに実現されているので、現場のニーズに対応し、より使いやすい除去機に仕上げていくことが望まれる。
- 破碎済み地雷の回収機構（性能、機構自体の有無）ならびに遠隔操縦向けのカメラ画像伝送システムについて、実施者間で仕様上相当な開きがある。プロジェクト開始時の「ユーザ要求」についてどの程度まで詳細な分析が行われていたのか、読み取れない。
- 平坦型については、多機能化と完全遠隔操縦性を重視しコスト面で不利になり、これが事業化、普及のためには障害となるおそれがあるのではないかと考える。
- 不整地対応型については、除去率を公開できないとのことであった。これでは適切な評価が不可能である。達成度を客観的に判断する情報がやや不足していると考えられる。

<その他の意見>

- ・ 車両の安全性を考慮すると重量が、戦車と同等程度の重さを必要とするため、移送及び運用面を熟知してブロックパーツ方式や軽量化等の技術開発も必要であると思われる。

2) 実用化の見通しに関する評価

地雷による被害を無くす人道的人命救済の観点から、今後、遠隔操縦形の車両による遠隔操縦型はアフガン・アフリカ諸国の地雷問題解決のために対象国に対して貸与される可能性が大きいので、実用化の必要性が極めて大きい。本事業で開発した機材は現地での実証試験を通して、その機能を検証し、実用性があることが認められる。一部の機材においては、既に納入実績もある。今後の性能向上により日本の技術による国際貢献を示すものである。

しかしながら、大型機材の場合は比較的高い維持費を要すると考えられることから、対人地雷除去機を使用する物価水準の低い国でも維持できるように、よく検討しておく必要がある。

埋設地雷の種類毎による詳細数値の処理結果が提出されていないなどの情報提供が十分でないため、技術の完成度や実用性に関する判断が難しい面がある。助成事業とはいえ、複数の参加メーカーにより開発された技術内容を定量的な条件による処理、統一された結果等の技術資料を用意すべきであろう。また、実際の現場は対人地雷だけが埋められているとは限らない。その様な複合理設地帯における性能評価の実施を考慮することが望ましい。

<肯定的意見>

- すでに納入実績のある機材もあり、今後の性能向上により日本の技術の優位性を示し、国際貢献を遂行していただきたい。
- 今後、遠隔操縦形の車両による地雷除去機はアフガン・アフリカ諸国の地雷問題解決のために対象国に対して貸与される可能性が大きいので、実用化の必要性が極めて大きいと考える。
- 車両等の安全面においては重量型の機材が求められるが、現地の港や道路状況を考えると工夫が必要である。
- 平坦地型の除去機に関しては、国連のテストを経て、実用性が評価されている。
- 不整地対応型の除去機に関しては、実用的な走行機能が実現されており、多様な環境での実証試験を通して、その機能検証が行われている。
- 油圧ショベル型の除去機に関しては、極めて高い対爆性が実現されており、大型地雷を想定した対爆試験などによって、機能検証が行われている。その実用性はきわめて高い。
- 本プロジェクトで開発した技術の利用・波及効果については、路盤材造成用の岩石等破碎機、災害時現場向けの輸送路整地機など、実用可能性があり、評価できる。
- 平坦型は実用に供しうるレベルに達している。現地に機材を販売し、導入していることから、実用試験で性能が実証されれば、普及するものと考えられる。
- 不整地対応型については、量産体制を整え、相手国納入体制までできている。今後の課題も明確である。

<問題点・改善すべき点>

- 大型の機材となったことで、ODAによる助成を受けた国が維持できるような

ものであるのか再検討する必要がある。

- 遠隔地雷処理に関して、埋設地雷の種類毎による詳細な数値による処理結果が提出されていないので、性能面における評価が困難である。
- 平坦地型の除去機に関しては、重量に起因する適用限界や機材が非常に高価であることが、実用化・事業化する上での問題点として挙げられる。
- 不整地対応型の除去機に関しては、除去・回収機能に関して、十分な機能が実現されているかどうかの判断ができない。
- 油圧ショベル型の除去機に関しては、特に大きな問題点は見当たらない。
- 事業化までのシナリオに対しては、若干検討が不足している。
- 平坦型は、コストダウンが必要であろう。

<その他の意見>

- ・ 複数の参加メーカーにより開発された技術内容を定量的な条件による地雷除去、統一された結果等の技術資料を添付すべきである。
- ・ 対人地雷や大型不発弾等の複合理設地帯における性能評価の実施も必要と思われる。

3) 今後に対する提言

いずれの除去機に関しても、技術レベルは高いので、実用化、普及に向けて、現場のニーズに応じた、機能面および使いやすさの面での改良を継続的に行っていただきたい。また、軽量化、コストダウンなどにも、継続的に取り組んでいただきたい。

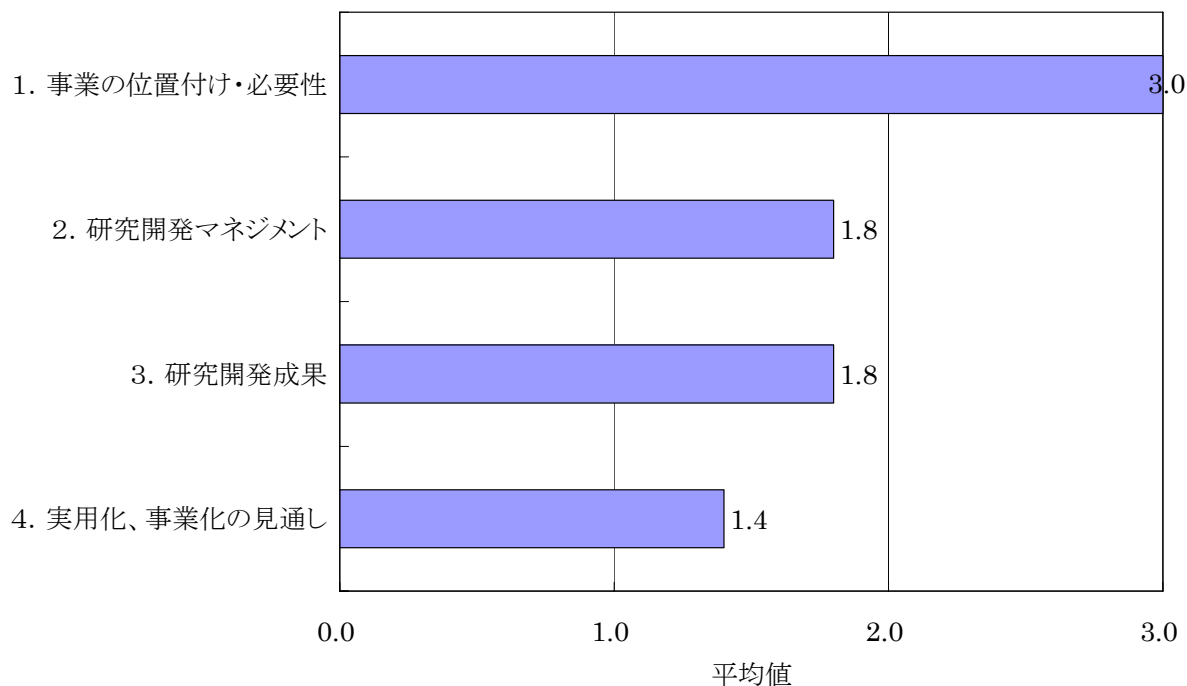
なお、早期の国際貢献を目指すのであれば、各実施者に実用化を任すだけでなく、各実施者の開発した処理技術を統合的に評価し、良い技術を持ち寄り共同開発するチームの形成や開発チームに対する情報提供や開発支援する政府機関の参画が必要である。

ただし、現在の地雷処理の実情は、単純に除去できない 20%程度の除去のために人間による探知を行って探知除去を終了する手順を踏んでいる。この作業を機械化、自動化することも国際貢献する技術として重要であり、その点にも視野に入れて取り組まれることが望ましい。

<今後に対する提言>

- 機械による探知が 100%でないため、比較的短時間で 80%程度の除去が可能な除去機材を投入した後に、人間による探知を行って探知除去を終了する手順を踏んでいる。残り 20%程度の除去のために人間に危険が伴うことになる。この残りを機械化することも視野に入れるべきである。
- 各社から得られた最良の処理技術を統合的に評価し、各社連合による開発チームを構築して、限られた開発資金をより有効に活用できる調整機関？や政府の支援機関の参画が重要であると考ええる。
- いずれの除去機に関しても、現場のニーズに応じた、機能面および使いやすさの面での改良を継続的に行っていただきたい。また、軽量化、コストダウンなどにも、継続的に取り組むべきであろう。
- 今後は、実施者間の協力体制（アライアンス）を確立し、破碎・回収機の更なる性能向上と、我が国の「本当に使える重機械」として、国際貢献面での積極性をアピールしていくことが望まれる。
- 除去機は世界各国で開発が進められている。実用化そして普及のためには、参加企業の持つ技術の特長を生かした機器開発を今後とも継続的に行う必要があると考える。

3. 評点結果



評価項目	平均値	素点（注）				
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	1.8	C	B	B	B	B
3. 研究開発成果について	1.8	C	C	A	B	B
4. 実用化、事業化の見通しについて	1.4	C	B	B	C	A

（注）A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

<判定基準>

(1)事業の位置付け・必要性について

- ・非常に重要 →A
- ・重要 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当性がない、又は失われた →D

(3)研究開発成果について

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当とはいえない →D

(2)研究開発マネジメントについて

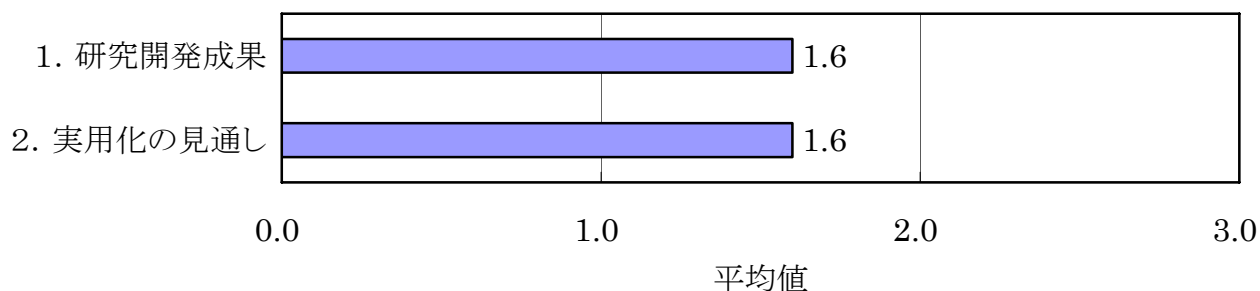
- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね適切 →C
- ・適切とはいえない →D

(4)実用化、事業化の見通しについて

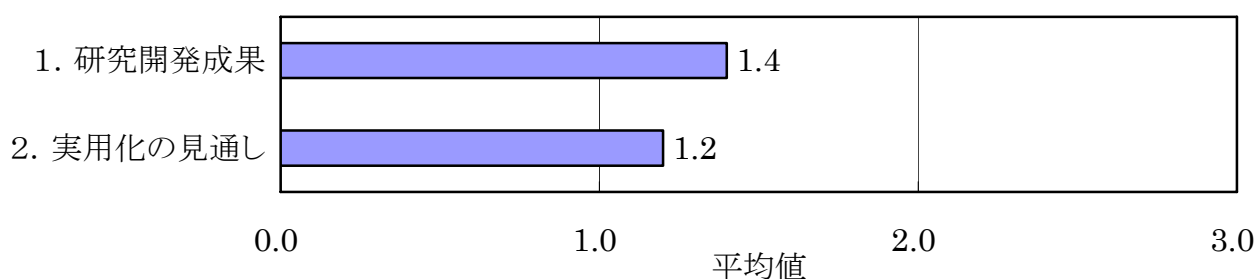
- ・明確に実現可能なプランあり →A
- ・実現可能なプランあり →B
- ・概ね実現可能なプランあり →C
- ・見通しが不明 →D

4. 個別テーマに対する評価

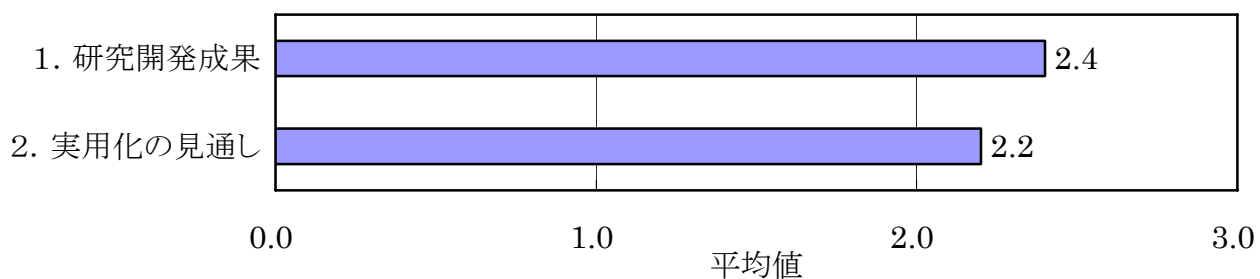
【1】携帯型対人地雷探知器の開発



【2】車両型対人地雷等探知機の開発



【3】対人地雷除去機の開発



評価項目	評価項目	平均値	素点 (注)				
【1】携帯型対人地雷探知器の開発	研究開発成果	1.6	C	B	B	B	C
	実用化の見通し	1.6	C	B	C	B	B
【2】車両型地雷等探知機の開発	研究開発成果	1.4	C	C	B	B	C
	実用化の見通し	1.2	C	C	C	C	B
【3】対人地雷除去機の開発	研究開発成果	2.4	B	B	A	A	B
	実用化の見通し	2.2	B	A	B	B	B

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

<判定基準>

(1) 研究開発成果について

- ・ 非常によい
- ・ よい
- ・ 概ね妥当
- ・ 妥当とは言えない

(2) 実用化、事業化の見通しについて

- | | | |
|----|-----------------|----|
| →A | ・ 明確に実現可能なプランあり | →A |
| →B | ・ 実現可能なプランあり | →B |
| →C | ・ 概ね実現可能なプランあり | →C |
| →D | ・ 見通しが不明 | →D |

第 1 章 評価対象プロジェクト

1. 事業原簿

次ページに当該事業の推進部室及び研究実施者から提出された事業原簿を示す。

「地中等埋設物探知・除去技術開発」

事後評価

事業原簿

(公開版)

担当部

新エネルギー・産業技術総合開発機構
機械システム技術開発部

— 目 次 —

1. 事業の目的・政策的位置付けについて.....	1
1. 1 NEDOの事業としての妥当性.....	1
・地中等埋設物探知・除去施策への寄与.....	1
・NEDO（国）が関与する必要性.....	2
・実施の費用対効果.....	2
1. 2 事業の背景・目的・位置付け.....	3
・事業目的.....	3
・民生技術活用による国際貢献.....	3
2. 研究開発マネジメントについて.....	5
2. 1 研究開発目標の妥当性.....	5
・事業全体における研究開発の目標の妥当性.....	5
・開発項目毎の目標設定の妥当性.....	5
2. 2 研究開発計画の妥当性.....	7
・研究開発予算.....	7
・目標達成のための主要実施内容のスケジュール.....	7
・研究開発フローにおける連携と技術蓄積.....	8
2. 3 研究開発実施者の事業体制に妥当性.....	9
・適切な研究開発チーム構成による実施体制.....	9
・実施者間の競争.....	9
・ニーズに対応できる体制.....	10
2. 4 情勢の変化への対応.....	10
3. 研究開発成果について.....	11
3. 1 研究開発項目毎の目標達成度.....	11
3. 2 個別テーマ毎の成果状況.....	12
3. 2. 1 携帯型対人地雷探知機の開発.....	12
3. 2. 1. 1 ベクトルレーダによる軽量小型高分解能型画像表示式 複合地雷探知器の開発／三井造船.....	12
3. 2. 1. 2 金属探知器と地中レーダーを組み合わせた複合型地雷 探知器のアフガニスタンへの適用／コス.....	24
3. 2. 2 車両型対人地雷等探知機の開発.....	25
3. 2. 2. 1 平坦地で効率良く地雷等を探知する遠隔制御型地雷等 探知車両及び遠隔操縦・操作機材／川崎重工.....	25
3. 2. 3 対人地雷除去機の開発.....	33
3. 2. 3. 1 平坦地で効率良く地雷等を除去し鉄製の爆片等を回収する遠 隔制御型対人地雷除去機及び遠隔操縦・操作機材／川崎重工	33
3. 2. 3. 2 広幅破碎構造型不整地対応型対人地雷除去機の開発 ／小松製作所.....	42
3. 2. 3. 3 灌木伐採兼対人地雷除去機プッシュ式フレールの開発 (クローラータイプ)／山梨日立建機・日立建機.....	45

4. 実用化・事業化の見通しについて.....	56
4. 1 携帯型対人地雷探知機の開発.....	56
4. 1. 1 ベクトルレーダによる軽量小型高分解能型画像表示式 複合地雷探知器の開発／三井造船.....	56
4. 2 車両型対人地雷等探知機の開発.....	62
4. 2. 1 平坦地で効率良く地雷等を探知する遠隔制御型地雷等 探知車両及び遠隔操縦・操作機材／川崎重工.....	62
4. 3 対人地雷除去機の開発.....	63
4. 3. 1 平坦地で効率良く地雷等を除去し鉄製の爆片等を回収する遠隔 制御型対人地雷除去機及び遠隔操縦・操作機材／川崎重工業....	63
4. 3. 2 広幅破碎構造型不整地対応型対人地雷除去機の開発／小松製作所	64
4. 3. 3 灌木伐採兼対人地雷除去機プッシュ式フレールの開発 (クローラータイプ)／山梨日立建機・日立建機.....	65

概 要

		作成日	平成19年10月11日				
制度・施策(プログラム名)	地中等埋設物探知・除去技術開発						
事業(プロジェクト)名	地中等埋設物探知・除去技術開発			プロジェクト番号	P02021		
担当推進部／担当者	機械システム技術開発部／大石 朗						
0. 事業の概要	世界の数多くの国において埋設された対人地雷は、紛争終了後も十分な地雷除去が行われないままに放置されており、旧紛争地域の社会・経済復興の大きな障害の一つとなっている。このことは、国際的にも深刻かつ大きな問題として認識されている。本事業では、我が国の優れた民生技術を現地の作業環境、需要等に十分適応した対人地雷探知・除去機器の開発に転用し、地雷除去活動に十分貢献できる優れた対人地雷探知・除去機器を世界に供給することを目的としている。						
I. 事業の位置付け・必要性について	対人地雷探知・除去装置の市場限定性等による開発リスクを緩和し、我が国企業が非破壊検査や建設機械技術について有する潜在的ポテンシャルを活かした対人地雷探知・除去技術開発を推進していくことが、日本の国際貢献や政策的観点から必要。また、かかる技術開発の推進により我が国企業の新規事業展開を促すことも期待。						
II. 研究開発のマネジメントについて							
事業の目標	地雷埋設地域において現地の作業者が対人地雷を安全かつ効率的に探知・除去することを可能とする下記①から③に掲げる機器を実用化するための技術を開発する ①「携帯型対人地雷探知器の開発」 ②「車両型地雷等探知機の開発」 ③「対人地雷除去機の開発」 開発される機器は、試作機について開発後に実証試験を行い、そこで得られた結果を基に更なる改良を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な探知・除去が可能な機器とすることを目指す。						
事業の計画内容	開発項目	H14fy (補正)	H15fy	H16fy	H17fy	H18fy	
	①携帯型対人地雷探知器の開発						
	②車両型地雷等探知機の開発						
	③対人地雷除去機の開発						
開発予算 (単位：百万円)	会計・勘定	H14fy	H15fy	H16fy	H17fy	H18fy	総額
	一般会計	444	77	60	60	54	695
	特別会計	0	0	0	0	0	0
	総予算額	444	77	60	60	54	695
開発体制	経済産業省担当原課	製造産業局航空機武器宇宙産業課					
	運営機関	新エネルギー・産業総合開発機構					
	プロジェクトリーダー	なし					
	助成先	三井造船株式会社、株式会社コス、川崎重工業株式会社、株式会社小松製作所、山梨日立建機株式会社・日立建機株式会社（山梨日立建機株式会社と日立建機株式会社は共同参画）					

情勢変化への対応	・ <u>国際情勢・社会情勢の変化に伴う事業期間の延長</u> 当初計画では開発期間平成14～16年度の予定であったが、依然として対人地雷処理支援は大きな国際課題となっていて、国際的・人道的観点から我が国としても引き続き地雷・不発弾の除去及び地雷除去の技術開発が強く期待されているという背景から、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等基本計画の見直しを弾力的に行うという基本計画に沿って、開発期間を平成14～18年度に変更し、アフガニスタンを対象とした対人地雷探知点除去機器の開発に加えて、他の対人地雷埋設国（とくに植生地域）のニーズに対応するための技術開発を実施することとした。 ・ <u>アフガニスタン現地での治安状況の悪化に伴う技術開発・改良事業の延期</u> (財)日本国際協力システムによる外務省無償支援のアフガニスタン国地雷除去活動支援機材開発研究において、機材を現地アフガニスタンに持ち込んで現地試験を実施していたところ、治安の悪化が著しくなり、安全確保ができないことから帰国命令が出され、現地試験が大幅に遅れることとなった。結果的に現地試験に使用した地雷処理機本体の日本帰国は平成17年3月末になったことから、NEDO事業による技術開発・改良の作業は翌年度4月以降に延期する計画変更を行った。
Ⅲ. 研究開発成果について	以下、本プロジェクトによって得られた主な成果の概要を記す。 ①携帯型対人地雷探知器の開発 ・ <u>ベクトルレーダによる軽量小型高分解能型画像表示式複合地雷探知器の開発</u> 保有している3素子3モード型ベクトルレーダ技術を核としてコンピュータ搭載用軽量小型の高分解能型レーダセンサーを用い携帯型複合地雷探知器システムを開発した。また、携帯型として運用するためのセンシング手法や携帯型における結果とフィールドでの対応手法を十分に考慮しながら画像表示が可能なシステムとすることによりこれまで音等が主体であったマンマシンインターフェースのハイブリッド化による認識率のアップ、複合地雷探知器の開発を行い、目標を達成した。 ・ <u>金属探知器と地中レーダーを組み合わせた複合型地雷探知器のアフガニスタンへの適用</u> 地中レーダー部分の温度補償機能、土壌バランス機能、埋設物判定処理機能の開発と安全で信頼性の高い操作手順書を構築に取り組み、金属探知器と地中レーダーを組み合わせた次世代の携帯型地雷探知器の開発・試作を行い、目標を達成した。 ②車両型地雷等探知機の開発 ・ <u>平坦地で効率良く地雷等を探知する遠隔制御型地雷等探知車両及び遠隔操縦・操作機材</u> 技術実証用機材として開発した遠隔制御型地雷等探知車両をベースとし、更に1)埋設地雷等の自動探知・識別性能、2)散布地雷等の監視能力、3)オペレート時の安全性(対人地雷爆破に対する耐爆性、危害半径外からのオペレータ操作)4)作業性(車両本体、センサ保持機構、オペレータアシスト機能、部品交換性等)の改善を推進、政府の進める国際的な旧紛争国復興支援活動に貢献できる試作機の作製を行い、目標を達成した。



	③対人地雷除去機の開発 - 平坦地で効率良く地雷等を除去し鉄製の爆片等を回収する遠隔制御型対人地雷除去機及び遠隔操縦・操作機材 技術実証用機材として開発した遠隔制御型対人地雷処理車両をベースとし、1) 対人地雷処理効率、2) 対人地雷の除去能力及び鉄製爆片等の回収能力、3) 安全性（対人地雷爆破に対する耐爆性、遠隔制御型車両）、4) 作業性（車両本体、オペレータアシスト機能、部品交換性等）の改善を推進、政府の進める国際的な旧紛争国復興支援活動に貢献できる試作機の作製を行い、目標を達成した。 - 広幅破碎構造型不整地対応型対人地雷除去機の開発 広幅破碎構造型の対人地雷除去装置を備え、不整地での除去作業にも対応できる地雷除去機を目指し、1) 深さ30cmまでの対人地雷を確実に除去できる地雷除去装置の開発、2) 不整地でも作業が可能な様にオシレーション機能等、3) 安全性（機材を保護するための防爆保護装置、遠隔操作装置）の開発を推進、安全で効率の良い地雷除去機の試作を行い、目標を達成した。 - 灌木伐採兼対人地雷除去機プッシュ式フレールの開発（クローラータイプ） 油圧ショベルを利用した地雷除去機（ロータリカッタ式）を市場に提供して把握したマーケットニーズと保有する各種技術を活用し、更に現地からの要望を汲み上げることによって改良を推進し、1) 処理性能（深さ30cmまでの処理が可能で、従来比1.5倍の約450m²/Hの処理が可能）、2) 耐久性、3) 安全性（対人地雷原に混在する大型地雷の爆破衝撃にも耐える）の優れたフレール式地雷除去機を開発し、目標を達成した。 【成果発表件数（論文、報道、特許）】 口頭発表3、論文発表2、新聞発表23、特許出願20
IV. 実用化、事業化の見通しについて	- いずれの開発項目においても所期の目標を概ね達成し、現在、政府ODA予算にてアフガニスタンに供与され実用性評価を受けておりほぼ実用化レベルにあるといえる。すでに販売実績を有する企業もあり、今回の技術開発によりさらに世界における技術ポテンシャルが向上した。 - 耐久性や現地適合性の確認などが必要であるが、そのためには、現地試験が重要である。 - 対人地雷探知器については、開発した軽量・小型化されたシステム、高周波モジュール等を他分野に技術転用し、コンクリート被り計測センサーの実用化（商品化）ができています。
V. 評価に関する事項	当初、技術開発のうちアフガニスタン向け機材についての事後評価を平成17年度に実施することとしていたが、アフガニスタンにおける治安悪化に伴う外務省無償支援による現地試験の予定延期によりアフガニスタン向けの改良が平成17年度にずれこみ、さらに国際的・社会的背景に基づいてアフガニスタン以外の植生地域等地雷埋設国向けの改良を行うにあたって同一機材を用いる実情等により、事後評価はアフガニスタンおよびアフガニスタン以外の植生地域についての開発・改良研究が終了した後の平成19年度に総括して速やかに実施することとなった。



VI. その他の重要事項	(1) 基本計画の変更 NEDO技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等基本計画の見直しを弾力的に行う。 (2) 根拠法 本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条1項3号に基づき実施する。 以上、基本計画書記載の通り
VI. 技術開発課題の改訂履歴	(1) 平成15年3月、制定。 (2) NEDOをNEDO技術開発機構に改訂。技術開発の実施期間の開始を交付決定日から平成15年3月に改訂。技術開発課題の変更、根拠法の項を追加。 (3) 平成17年2月 下記について改訂。 ・「1. 技術開発の目的・目標・内容」に17年度以降はアフガニスタン以外の埋設国への事業展開について追記。 ・「3. 技術開発の実施期間」の改訂。 変更前：平成15年3月から平成17年3月まで 変更後：平成15年3月から平成19年3月まで ・「4. 評価に関する事項」にアフガニスタン以外の埋設国向け機材の評価の実施（平成19年度まで）について追記 (4) 平成18年3月 プロジェクト基本計画等の体系の整理に伴う様式の変更。

「地中等埋設物探知・除去技術開発助成事業」

基本計画

機械システム技術開発部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

世界の数多くの紛争国において埋設された対人地雷は、紛争終了後も十分な地雷除去が行われないままに放置されており、旧紛争地域の社会・経済復興の大きな障害の一つとなっている。このことは、国際的にも深刻かつ大きな問題として認識されている。平成11年には「対人地雷全面禁止条約」が締結され、世界各国で対人地雷処理支援の機運が高まり、我が国においても、経済復興及び人道的支援の観点から対人地雷処理に関する国際貢献が求められているところである。

本事業では、このような観点から、我が国の優れた民生技術を現地の作業環境、需要等に十分適応した形で対人地雷探知・除去機器の技術開発に転用し、地雷除去活動に十分貢献できる優れた対人地雷探知・除去機器を世界に供給することを目的とする。開発された成果が復興支援地域において利用されることは、技術面からも国際貢献に資するものである。また、開発された技術は、対人地雷探知・除去以外にも建造物の非破壊検査や災害現場等における地中等埋設物の探知・除去への活用が期待され、我が国産業機械分野の産業競争力強化に貢献するものである。

なお、平成16年度までに緊急性の高いアフガニスタンを対象地域とした開発及び実証試験を行い、平成17年度からは同国以外の埋設国への事業展開に向けた改良開発及び実証試験を行う。

(2) 研究開発の目標

地雷埋設地域において現地の作業者が対人地雷を安全かつ効率的に探知・除去することを可能とする下記①から③に掲げる機器を実用化するための技術を開発する。

開発される機器は、試作機について開発後に実証試験を行い、そこで得られた結果を基に更なる改良を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な探知・除去が可能な機器とすることを目指す。

①「携帯型対人地雷探知器の開発」

対人地雷を安全かつ効率的に探知するための携帯型対人地雷探知器を開発する。その際に以下の要件を満たすこと。

- ・土質等へのチューニング機能、複合センサ機能を備え、金属片を多く含む土壌や地雷埋設地域特有の土質において、埋設されている各種の対人地雷を確実に探知できること

- ・ 地表から深さ 30 cm に埋設された対人地雷の探知が可能なこと
 - ・ 性能、構造に対する信頼性が高いこと
 - ・ 操作方法が簡便であり、現地の作業者が容易に操作が可能なこと、さらに現地における運転・保守・修繕が容易であること
 - ・ 安全かつ効率的な作業を行うための機器操作手順書、機器保守手順書及び SOP（*）を整備すること（日本語版及び英語版）
- （*）: Standard Operating Procedures 地雷探知・除去手順書

②「車両型地雷等探知機の開発」

対人地雷除去作業の安全を確保するために、事前に大型地雷、不発弾を安全かつ効率的に探知するとともに、広範囲に埋設されている対人地雷を安全かつ効率的に探知するための車両型地雷等探知機を開発する。その際に以下の要件を満たすこと。

- ・ 車両を用いた地雷等探知機であって、土質等へのチューニング機能、複合センサー機能を備え、金属片を多く含む土壌や地雷埋設地域特有の土質において、埋設、散布されている各種の対人地雷、大型地雷、不発弾を確実に探知できること
- ・ 地表から深さ 30 cm に埋設された対人地雷の探知が可能なこと
- ・ 性能、構造に対する信頼性が高く、また、大型地雷、不発弾の爆発から操作員の安全を確保すると共に、地雷探知システム及び車両が対人地雷の爆発に耐えられること
- ・ 操作方法が簡便であり、現地の作業者が容易に操作が可能なこと、さらに現地における運転・保守・修繕が容易であること
- ・ 安全かつ効率的な作業を行うための機器操作手順書、機器保守手順書及び SOP を整備すること（日本語版及び英語版）

③「対人地雷除去機の開発」

対人地雷を安全かつ効率的に除去するための除去機を開発する。その際に以下の要件を満たすこと。

- ・ 車両を用いた対人地雷除去機であって、地表から深さ 30 cm に埋設された対人地雷の除去が可能なこと。
- ・ 性能、構造に対する信頼性が高く、また、対人地雷の爆発から操作員の安全を確保し、地雷除去システム及び車両が耐えられること。
- ・ 操作方法が簡便であり、現地の作業者が容易に操作が可能なこと、さらに現地における運転・保守・修繕が容易であること
- ・ 安全かつ効率的な作業を行うための機器操作手順書、機器保守手順書及び SOP を整備すること（日本語版及び英語版）

また、上記開発機器は以下に示すような現地環境の適応がなされていること。

- ・ 外気温度－１０℃～＋６０℃において使用が可能であること
- ・ 機器の電気系、回転系等には砂塵を防ぐ対策が施されていること

(3) 研究開発内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について実施する。

①「携帯型対人地雷探知器の開発」

国内企業が潜在的に保有する各種基盤技術を活用し、例えば金属探知器と他の方式の探知装置を組み合わせた複合型の探知装置の開発、土質や温度適応チューニング機能の開発等を実施することにより、上記目標を達成する機器を一体として開発する。開発された探知器は実証試験を行い、そこで得られた結果をもとに更に改良を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な探知が可能な機器とする。

②「車両型地雷等探知機の開発」

国内企業が潜在的に保有する各種基盤技術を活用し、例えば金属探知器と他の方式の探知装置を組み合わせた複合型の探知車両の開発、土質や温度適応のチューニング機能の開発、遠隔操作型探知システムの開発、高性能センシングアームの開発、高耐性構造の開発、衝撃吸収システムの開発、モジューラ構造の開発等を実施することにより、上記目標を達成する探知機を一体として開発する。開発された探知器は実証試験を行い、そこで得られた結果をもとに更に改良を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な探知が可能な機器とする。

③「対人地雷除去機の開発」

国内企業が潜在的に保有する各種基盤技術を活用し、例えば作業深度の自動制御技術の開発、遠隔操作型除去システムの開発、高耐性構造の開発、衝撃吸収システムの開発、モジューラ構造の開発等を実施することにより、上記目標を達成する機器を一体として開発する。開発された除去器は実証試験を行い、そこで得られた結果をもとに更に改良を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な除去が可能な機器とする。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、NEDO技術開発機構が、本邦の企業、研究組合、公益法人等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特例の研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点から国外企業との連携が必要な部分はこの限りではない。）から、公募によって研究開発実施者を選定し助成（助成率１／２）により実施する。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDO技術開発機構は、経済産業省及び研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置される技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度プロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成15年3月から平成19年3月まで。

4. 評価に関する事項

NEDO技術開発機構は、技術的及び産業技術政策的観点から見た技術開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義、建造物非破壊検査や災害現場用輸送整備等をはじめとする幅広い産業及び国際社会への波及効果の観点から、外部有識者による技術開発の事後評価（アフガニスタン向け機材）を平成17年度までに実施する。また、アフガニスタン以外の埋設国向けの機材については、平成19年度までに実施する。

5. その他の重要事項

（1）基本計画の変更

NEDO技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等基本計画の見直しを弾力的に行う。

（2）根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条1項3号に基づき実施する。

6. 技術開発課題（平成18年3月より基本計画）の改訂履歴

（1）平成15年3月、制定。

（2）NEDOをNEDO技術開発機構に改訂。技術開発の実施期間の開始を交付決定日から平成15年3月に改訂。技術開発課題の変更、根拠法の項を追加。

（3）平成17年2月 下記について改訂。

- ・ 「1. 技術開発の目的・目標・内容」に17年度以降はアフガニスタン以外の埋設国への事業展開について追記。
- ・ 「3. 技術開発の実施期間」の改訂。
変更前：平成15年3月から平成17年3月まで
変更後：平成15年3月から平成19年3月まで
- ・ 「4. 評価に関する事項」にアフガニスタン以外の埋設国向け機材の評価の実施（平成19年度まで）について追記。

(4) 平成18年3月 プロジェクト基本計画等の体系の整理に伴う様式の変更。

1. 事業の位置付け・必要性について

1.1 NEDO の事業としての妥当性

地中等埋設物探知・除去施策への寄与

地中等埋設物探知・除去施策の設定目的は“現在、対人地雷を除去する活動等が国際的に取り組まれており、対人地雷探知・除去活動の分野において我が国主導の「顔の見える支援」を行うため、我が国企業が保有する各種要素技術（センサー技術・制御機械技術等）の対人地雷除去技術への活用を支援・促進することとする”とされている。

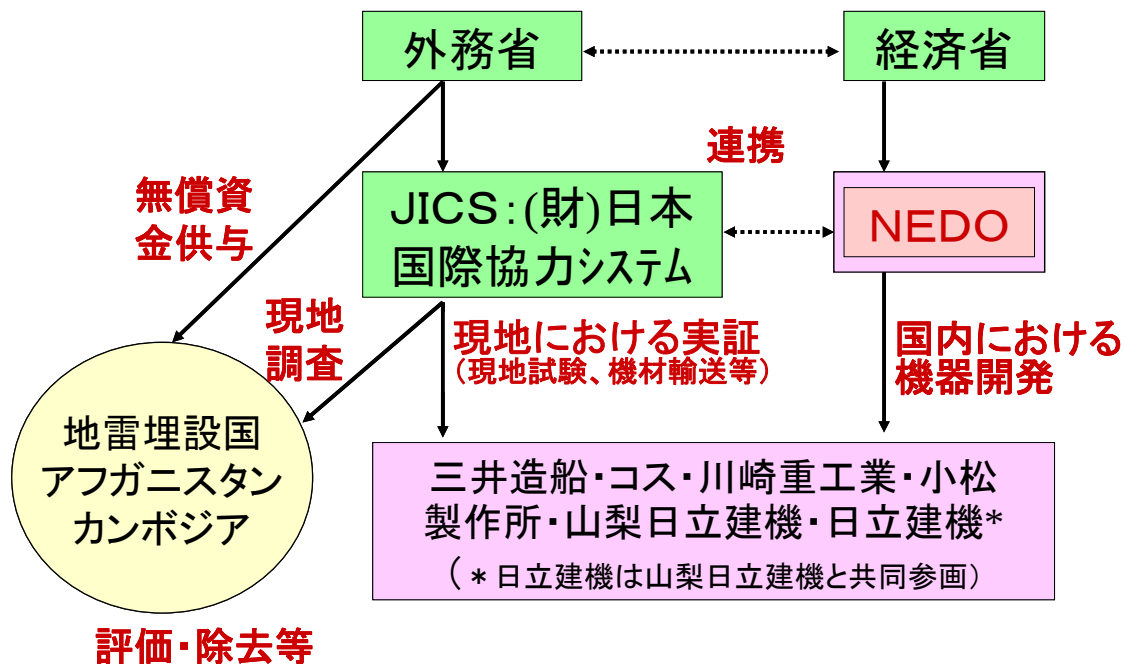


図1-1 地雷除去活動支援機材開発研究のスキーム

地雷除去活動支援機材開発研究のスキームは図1. 1に示すとおりであるが、地雷埋設国への資金支援、地雷除去技術開発あるいは対人地雷除去作業のための現地調査や現地における実証は外務省、JICS（（財）日本国際協力システム）、対人地雷探知・除去のための機器開発や改良は経済省、NEDOが担い、省庁間および実施機関の間で連携と協調が図られている。この中で、NEDOは地雷埋設国の現地調査や現地試験で得られた情報を基に、必要とする開発課題を設定して機器の開発と改良に取り組みを行い、目標達成に寄与している。

NEDO(国)が関与する必要性

本事業に関して、民間事業のみでは対応困難であってNEDO（国）が関与する必要性があることについて理由は以下の通りである。

最初に対人地雷探知・除去機器については、対象市場が対人地雷埋設国の国連組織や非政府組織等に限定されるという市場限定性があるため、開発に伴うリスクが通常の技術開発と比較して格段に大きく、この開発リスクを民間企業のみで負担するのは困難なことが挙げられる。

また、対人地雷探知・除去技術は、建造物の非破壊検査や大震災等の災害現場等における探索技術、あるいは救援技術と共通する基盤技術・要素技術を多く含むことから、単に対人地雷探知・除去技術に留まることなく、そのような技術分野に転用するなどの波及効果が期待でき、日本の産業技術レベルの向上につながるものと考えられる。

さらに、近年の国際情勢においては、「かね」や「もの」だけではなく、国として顔の見える国際貢献が重視されるようになってきた。

したがって、国（NEDO）が関与して効率的な運用を行うことによって、民間企業の開発リスクを軽減し、技術普及、産業技術レベル向上を後押しし、国として顔の見える国際貢献を行う必要があるとすることができる。

実施の費用対効果

地雷除去支援活動は経済効果として直接的に金額換算することは困難であるが、旧紛争地域における経済復興の足かせを排除するという点で非常に有効な復興支援となっているのは間違いない。

我が国における民間企業が有する各種要素技術は世界的に技術レベルが高く、これに加えて国による関与があることにより、各企業が保有する得意分野を分業・競合し、対象となる地中等埋設国の機関との連携がしやすくなること等により効果的な運営が可能となった。また、日本国としての連携が行われるため、より一層、顔の見える国際貢献となったことから、予算総額約7億円（5年間）は効率的な運営が行われたと考えられ、企業が単独で開発を行う場合を想定して比較すると、本事業を実施した費用対効果は非常に大きいと言える。

1.2 事業目的の妥当性

事業目的

我が国の優れた民生技術を現地の作業環境、需要等に十分適応した形で対人地雷探知・除去機器の技術開発に転用し、地雷除去活動に十分貢献できる優れた対人地雷探知・除去機器を世界に供給することを目的とする。開発された成果が復興支援地域において利用されることは、技術面からも国際貢献に資するものである。また、開発された技術は、対人地雷探知・除去以外にも建造物の非破壊検査や災害現場等における地中等埋設物の探知・除去への活用が期待され、我が国産業機械分野の産業競争力強化に貢献するものである。（以上、基本計画より抜粋）

民生技術活用による国際貢献

世界の数多くの紛争国において埋設された対人地雷は、紛争終了後も十分な地雷除去が行われないままに放置されており、旧紛争地域の社会・経済復興の大きな障害の一つとなっている。このことは国際的にも深刻かつ大きな問題として認識されている。平成11年には「対人地雷全面禁止条約」が締結され、世界各国で対人地雷処理支援の機運が高まり、我が国においても、経済復興及び人道的支援の観点から対人地雷処理に関する国際貢献が求められているところである。

平成14年1月、我が国で開催された「アフガニスタン復興支援国際会議」の小泉総理(当時)オープニングスピーチにおいて、復興支援策の一環として、地雷の除去・技術開発に努めることを表明した。また、これを受けNEDOでは我が国企業等が保有する優れた民生技術（制御機械技術、センサー技術等）を活用した対人地雷探知・除去機の技術開発を開始した。

本事業では、このような観点から、我が国の優れた民生技術を現地の作業環境、需要等に十分適応した形で対人地雷探知・除去機器の技術開発に転用し、地雷除去活動に十分貢献できる優れた対人地雷探知・除去機器を世界に供給することを目的とする。開発された成果が復興支援地域において利用されることは、技術面からも国際貢献に資するものである。また、開発された技術は、対人地雷探知・除去以外にも建造物の非破壊検査や災害現場等における地中等埋設物の探知・除去への活用が期待され、我が国産業機械分野の産業競争力強化に貢献するものである。

このように、地雷埋設国の経済復興が遅れる傾向にあるという社会情勢、国際貢献としての日本国への期待度、および日本の民間企業が持つ技術ポテンシャルの活用から見て、本事業の目的は妥当であると言える。

2. 研究開発マネジメントについて

2.1 研究開発目標の妥当性

事業全体における研究開発の目標の妥当性

研究開発の全体目標については、基本計画に次のように記されている。

地雷埋設地域において現地の作業者が対人地雷を安全かつ効率的に探知・除去することを可能とする機器を実用化するための技術を開発する。開発される機器は、試作機について開発後に実証試験を行い、そこで得られた結果を基に更なる改良を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な探知・除去が可能な機器とすることを目指す。

対人地雷については、それがどのような土壌や気候にあるか、使用する作業者によって大きく異なる。例えば、アフガニスタンの代表される土漠状の地域とカンボジアに代表されるような灌木が生い茂る植生地域とでは、探知の際の感度も除去の際の効率も大きく異なってくる。また、現地における作業者は地雷埋設国の国民であることが想定されるため、その体格や性格によっても必要とされる機器の仕様が異なってくる。したがって、地雷が埋設された現地の調査が必要であり、これをもとに機材開発が進められ、さらには開発された機材を現地において試験を行うことで、適切な機材へと開発・改良していくことが予想される。

このような柔軟な対応が必要であるが、上記基本計画の内容には十分に盛り込まれていることは明かである。

開発項目毎の目標設定の妥当性

本プロジェクトでは以下に示す3つの開発課題を設定している。

- ①携帯型対人地雷探知器の開発
- ②車両型地雷等探知機の開発
- ③対人地雷除去機の開発

上記、基本計画の目標に沿って、個々の開発課題についてはそれぞれの目標があり、以下のように具体的かつ明確な開発目標が設定されている。

① 携帯型対人地雷探知器の開発

目的	目標
対人地雷を安全かつ効率的に探知するための携帯型対人地雷探知器を開発する	金属片を多く含む土壌や地雷埋設地域特有の土質における対人地雷の確実な探知なこと
	地表から深さ 30cm に埋設された対人地雷の探知が可能
	性能、構造に信頼性が高いこと
	操作方法が簡便で、操作が容易であり、運転・保守・修理が容易なこと
	安全かつ効率的作業のための手順書を整備すること（日本語版及び英語版）

② 車両型地雷等探知機の開発

目的	目標
対人地雷除去作業の安全を確保するために、事前に大型地雷、不発弾を安全かつ効率的に探知するとともに、広範囲に埋設されている対人地雷を安全かつ効率的に探知するために車両型地雷等探知機を開発する	車両型であって、金属片を多く含む土壌や地雷埋設地域特有の土質における対人地雷、大型地雷、不発弾の確実な探知
	地表から深さ 30cm に埋設された対人地雷の探知が可能
	性能、構造に信頼性が高く操作員の安全性確保地雷探知システム及び車両が対人地雷の爆発に耐えられること
	操作方法が簡便で、操作が容易であり、運転・保守・修理が容易
	安全かつ効率的作業のための手順書を整備すること（日本語版及び英語版）

③ 対人地雷除去機の開発

目的	目標
対人地雷を安全かつ効率的に除去するための除去機を開発する	車両型であって、地表から深さ 30cm に埋設された対人地雷の除去が可能
	性能、構造に信頼性が高く操作員の安全性確保車両が対人地雷の爆発に耐えられること
	操作方法が簡便で、操作が容易であり、運転・保守・修理が容易
	安全かつ効率的作業のための手順書を整備

参画企業としては、①については三井造船、コス、②については川崎重工業、③については川崎重工業、小松製作所、山梨日立建機・日立建機（2社合同参画）があり、上記の目標を達成するべく、それぞれ独自の開発項目を設定した。

2. 2 研究開発計画の妥当性

研究開発予算

図2-2-1に研究開発スケジュールと年度毎の開発予算を示す。機材開発には初期投資がとくに大きい予算が必要であるため、初年度に補正予算として、444百万円の予算となった（通算5年間の総額695百万円の60%以上にあたる）。

開発項目	H14fy (補正)	H15fy	H16fy	H17fy	H18fy	
①携帯型対人地雷探知器の開発						
②車両型地雷探知機の開発						
③対人地雷除去機の開発						
年度別予算 (百万円)						総額 (5年間)
一般会計	444	77	60	60	54	695
特別会計	0	0	0	0	0	0
総予算額(計)	444	77	60	60	54	695

図2-2-1 研究開発スケジュールと開発予算

的確な目標達成のために年度毎の主要実施内容を図2-1-2に示すとおり、明確に設定し、開発を進めた。開発にあたっては、(a)現地調査→(b)技術開発→(c)現地試験→(d)技術改良とした。すなわち典型的なマネジメントサイクルの1つで、計画(plan)、実行(do)、評価(check)、改善(act)のプロセスが順に実施され、効率的な開発を目指した。平成14年度・平成15年度及び平成16年度でアフガニスタン対応のPCDA開発サイクル、平成17年度及び平成18年度でアフガニスタン以外の植生地域（実際にはカンボジアを選定）対応のPCDA開発サイクルを形成し、効率的な運用が行われた。

目標達成のための主要実施内容のスケジュール

目標達成のためのスケジュールとしては、概略的には土漠地域であるアフガニスタンと植生地域であるカンボジアに対して開発・改良が推進されることで2つのPCDAが実施された。図2-2-2に示す通り、平成15年度はアフガニスタン向け機材の開発が進められ、12月に防衛庁の下北試験場にて国内公開試験が実施された。平成16年度は平成15年

度までのアフガニスタン用機材開発を受けて、外務省無償支援による現地試験とそこから得られる技術課題に対して改良研究が行われる予定であったが、実際にはアフガニスタン現地の治安状況が極度に悪化し、現地帰国を余儀なくされた経緯がある。この際、PDCA サイクルは Check のところで止まっているので次の Action（アフガニスタン現地試験を受けた改良）が平成 17 年度に大きくずれ込んだ。

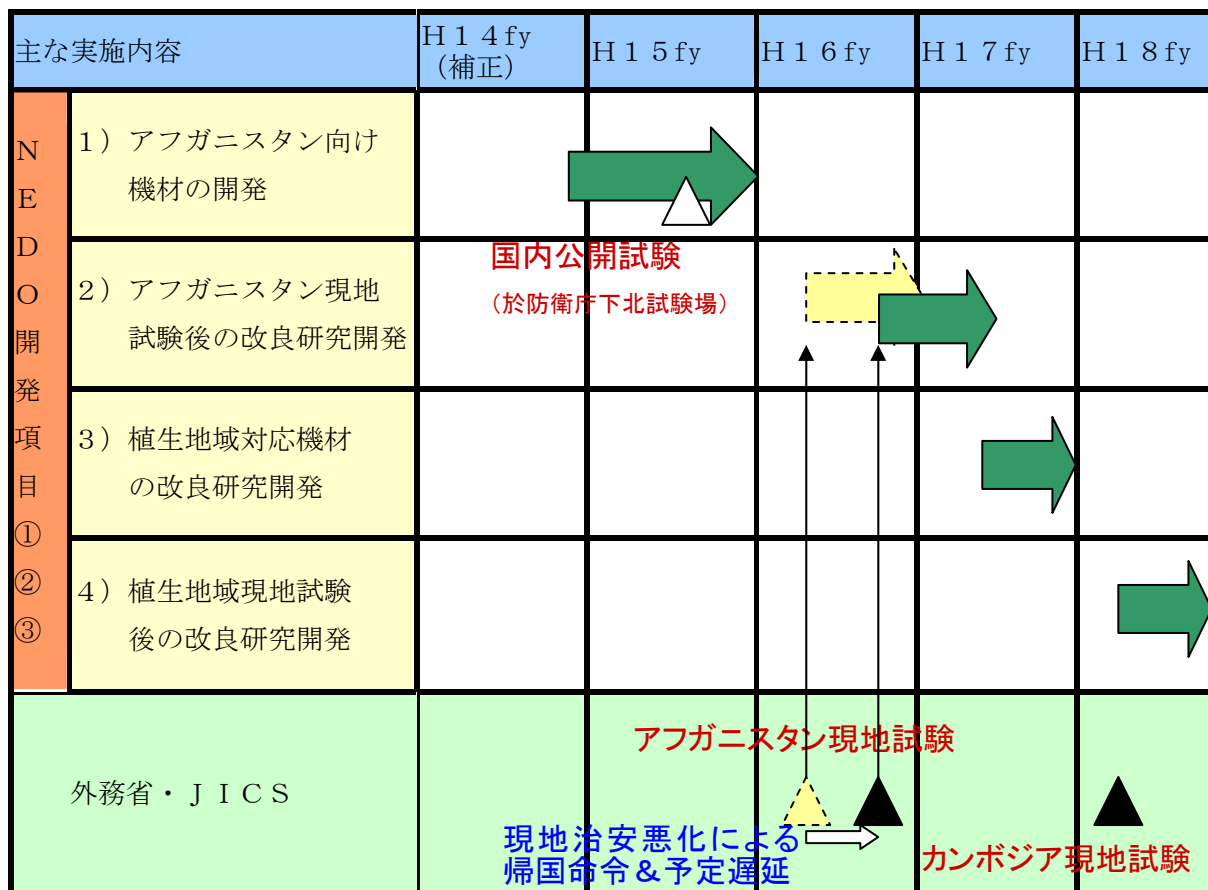


図 2-2-2 主要実施内容のスケジュール(計画と実際)

このため、平成 17 年度はアフガニスタン対応機材の改良研究と、カンボジア対応機材の開発研究が並行して推進された。

研究開発フローにおける連携と技術蓄積

平成 18 年度はカンボジア対応の開発機材を、外務省無償支援によって、カンボジア現地の試験および地雷原地域に搬送し、CMAC を介して 7 月から 11 月の期間中、現地試験が行われた。機材の帰国は概ね平成 19 年 1 月であったが、帰国後さらに改良が施され、試作機が作製された。

プロジェクト研究は常に現地情報と現地試験結果および国内各社の試験場での操作結果

を基に技術蓄積が行われ、実用化の観点から開発・改良が進められた。

2.3 研究開発実施者の事業体制の妥当性

適切な研究開発チーム構成による実施体制

担当する企業については、プロジェクトの3つの開発項目①携帯型対人地雷探知器の開発、②車両型地雷等探知機の開発、③対人地雷除去機の開発について、それぞれ技術的に優位性をもつ民生技術を有する企業が開発を担当することとした。これにより、適切な研究開発チーム構成による実施体制となったと考えられる。

実施者間の競争

①携帯型対人地雷探知器の開発については、三井造船とコスの2社が担当し、それぞれ、以下の具体的開発を担った。

- (a) ベクトルレーダによる軽量小型高分解能型画像表示式複合地雷探知器の開発（三井造船）
- (b) 金属探知器と地中レーダーを組み合わせた複合型地雷探知器のアフガニスタンへの適用（コス）

②車両型地雷等探知機の開発については、川崎重工業1社が担当した。

- (a) 平坦地で効率良く地雷等を探知する遠隔制御型地雷等探知車両及び遠隔操縦・操作機材（川崎重工業）

③対人地雷除去機の開発については、川崎重工業、小松製作所、山梨日立建機・日立建機（2社合同参画）の4社が担当し、以下の3テーマを行った。

- (a) 平坦地で効率良く地雷等を除去し鉄製の爆片等を回収する遠隔制御型対人地雷除去機及び遠隔操縦・操作機材（川崎重工業）
- (b) 広幅破碎構造型不整地対応型対人地雷除去機の開発（小松製作所）
- (c) 灌木伐採兼対人地雷除去機ブッシュ式フレールの開発（クローラータイプ）（山梨日立建機・日立建機）

開発項目毎の目標達成については、テーマ①（携帯型対人地雷探知器の開発）については、三井造船およびコス、テーマ③（対人地雷除去機の開発）については、川崎重工業、小松製作所、山梨日立建機・日立建機の3社（3チーム）でそれぞれ別個の達成手段を用

いて開発を進めた。これによって実施者間の競争原理が働き効率的な運営になったと考えられる

ニーズに対応できる体制

本プロジェクトで想定するユーザーは、第一義的には地雷埋設国現地のNGO等のメンバーが考えられるが、先にも述べたように直接開発体制が民間企業と連携すること、決して安価ではない地雷除去機器を十分に購入することは通常難しいと考えられることから、このような連携の仲立ちをするCMACのような組織との協調が重要である。

NEDOでは地雷埋設国の現地調査、開発機材の現地試験、および連携や調整、はJICSを介して維持した。このため、随時連絡会を設け、連絡と議論を深め、対人地雷除去技術への活用の支援・促進にあたった。

2.4 情勢の変化への対応

基本計画において、“NEDO技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等基本計画の見直しを弾力的に行う。”と記載されているとおり、情勢の大きな変化に対して弾力的な運用を行った。

アフガニスタン対応開発機材の現地試験が現地の治安悪化に伴い当初の予定期間を大きく越えて実施せざるを得なかったことに対しては、柔軟な対応を図り、アフガン対応の実施期間の延長を行ったことは先に述べた通りである。

地雷除去の技術開発はアフガニスタン復興支援の緊急事業の一つであったが、世界各地には未だ数億個もの対人地雷が貯蔵されているとの情報が公表されるなど、依然として対人地雷処理支援は大きな国際課題となっていた。国際的・人道的観点から我が国としても引き続き地雷・不発弾の除去及び地雷除去の技術開発が強く期待されていること。対人地雷埋設国における実用化を視野に入れた技術開発ゆえ、地雷埋設国の土質・気候・植生、現地特有のニーズ等を反映したものにする必要があることから、アフガニスタンを対象とした対人地雷探知点除去機器の開発及び実証試験で得た成果を元の第2フェーズとして他の対人地雷埋設国のニーズに対応するための技術開発を実施することとした。

具体的には、これを実施するべく、当初計画では平成14～16年度であった開発期間を平成14～18年度に延長した。

3. 研究開発成果について

3. 1 研究開発項目毎の目標達成度

研究開発項目毎の達成状況を表形式に整理して記す。所期の目標を達成していることが分かる。

研究項目；目的	目 標	達成度
①携帯型対人地雷探知器の開発 ：対人地雷を安全かつ効率的に探知するための携帯型対人地雷探知器を開発する	金属片を多く含む土壌や地雷埋設地域特有の土質における対人地雷の確実な探知なこと	達成
	地表から深さ 30cm に埋設された対人地雷の探知が可能	達成
	性能、構造に信頼性が高いこと	達成
	操作方法が簡便で、操作が容易であり、運転・保守・修理が容易なこと	達成
	安全かつ効率的作業のための手順書を整備	達成

研究項目；目的	目 標	達成度
②車両型地雷等探知機の開発 ；対人地雷除去作業の安全を確保するために、事前に大型地雷、不発弾を安全かつ効率的に探知するとともに、広範囲に埋設されている対人地雷を安全かつ効率的に探知するために車両型地雷等探知機を開発する	車両型であって、地表から深さ 30cm に埋設された対人地雷の除去が可能	達成
	性能、構造に信頼性が高く操作員の安全性確保 地雷探知システム及び車両が対人地雷の爆発に耐えられること	達成
	操作方法が簡便で、操作が容易であり、運転・保守・修理が容易	達成
	安全かつ効率的作業のための手順書を整備	達成

研究項目；目的	目 標	達成度
対人地雷除去機の開発 対人地雷を安全かつ効率的に除去するための除去機を開発する	車両型であって、地表から深さ 30cm に埋設された対人地雷の除去が可能	達成
	性能、構造に信頼性が高く操作員の安全性確保 車両が対人地雷の爆発に耐えられること	達成
	操作方法が簡便で、操作が容易であり、運転・保守・修理が容易	達成
	安全かつ効率的作業のための手順書を整備	達成

3. 2 個別テーマ毎の成果状況

研究開発項目ごとに単独あるいは複数の個別テーマがあり、以下、それぞれの成果状況についての詳細説明を以下に記す。

3. 2. 1 携帯型対人地雷探知機の開発

3. 2. 1. 1 ベクトルレーダによる軽量小型高分解能型画像表示式複合地雷探知器の開発／三井造船

(a) 目的

当社保有の3素子3モード型ベクトルレーダの技術を核として小型埋設物探査レーダ UG-V33A レーダセンサー技術をベースにした携帯型複合地雷探知器システムを開発した。弊社の地中レーダにおける動作周波数と分解能及び探知深度の関係を図1に示した。周波数が低い(100MHz～500MHz)レーダは地質調査及び大深度の配管調査などに用いている。また、周波数が1GHzでは深度2m程度までの道路及び線路下の埋設管及び空洞調査を調査している。

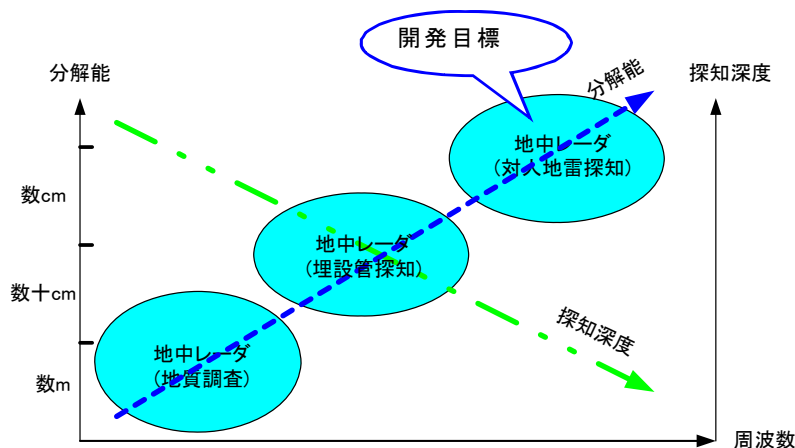


図1レーダの動作周波数と分解能及び探知深度の関係

対人地雷では、樹脂製でサイズが小さいため、より周波数が高いレーダを開発する必要があるため、本開発の技術的な課題としては、小型で金属量の少ない対人地雷を探知するための“広帯域地中レーダ技術の開発”及び“地中レーダ技術と金属探知機の複合化技術”の開発が主眼となる。さらに携帯型として運用するための“複合化用金属探知機の開発”、“リアルタイム信号処理・表示技術の開発”、“対環境性の良い小型軽量信号処理装置の開発”、“操作性の良いハンドリング機構の開発”を実施した。

さらには、センシング手法や携帯型における結果とフィールドでの対応手法を十分に考慮しながら画像表示が可能なシステムとした。これによりこれまで音等

が主体であったマンマシンインターフェースのハイブリッド化を行い認識率のアップを目指す。またこれまで主流の金属探知器を複合する事で探知率のアップ、誤探知率低下を目指し総合的な性能を開発により実現した。

(b) 広帯域地中レーダ技術

これまでの最大周波数 1GHz のレーダシステムを、2 GHz から 4 GHz へ広帯域化を図ることや、パルス幅を 1ns から 0.25ns へ鋭くすることにより小さい対人地雷を探知する時間方向の分解能向上を図った。図 2 に動作周波数とパルス幅の関係を示す。また、レーダの基本原理となる誘電体表面での反射の状況を図 3 に示す。

一般的に金属などでは金属表面で殆どの電波が反射する。一方、対人地雷に使用されるプラスチックでは、電波が透過するため反射が小さくなるため探知が難しくなる。また、レーダ方程式によれば、探知対象の反射断面積が小さいほど電波の反射は小さくなるため、対戦車地雷よりサイズの小さい対人地雷では探知が困難になる。そのため、電波を発射して対人地雷により反射を受けて受信するまでの時間遅れを画像表示するレーダでは、より広帯域で周波数の高い発信器、広帯域アンテナ、受信機及び高速データ収集回路が必要になる。これらの高周波部品については科学技術振興機構からの受託研究開発によって開発を行った。

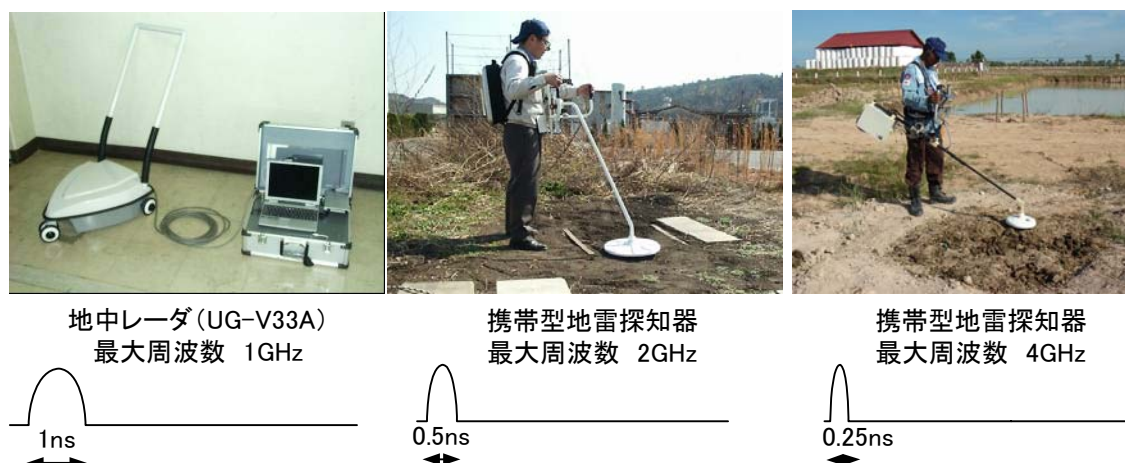


図2 動作周波数とパルス幅

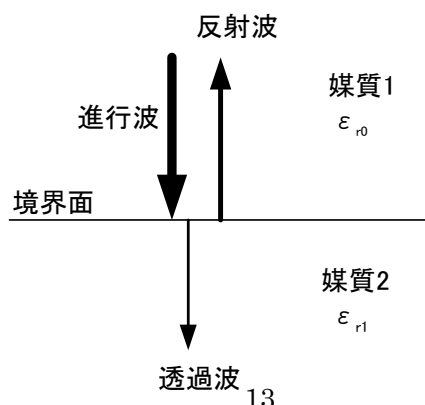
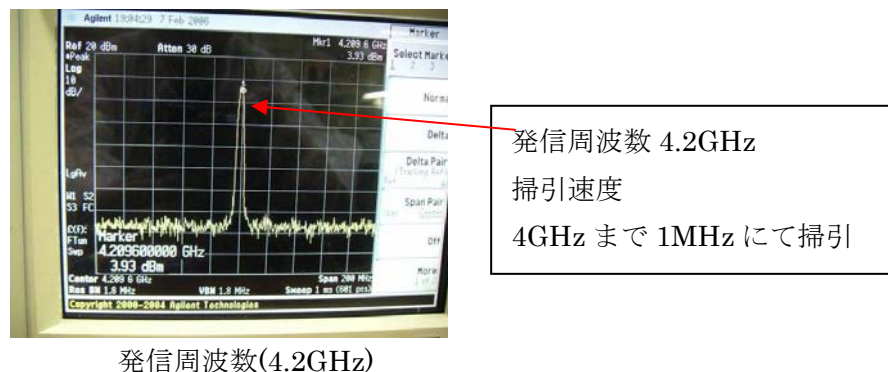


図3 電波の反射

本プロジェクトでは、携帯型地雷探知機用にするために小型・軽量化を行った。小型化した発信器の発信特性の一例を図4に示す。

リアルタイム地雷探知に必要な速度を有していることを確認した。



発信周波数(4.2GHz)

図4 小型軽量化した超広帯域発信器

レーダの周波数と探知結果の比較画像を図5に示す。図5aが2GHzの結果であり、bが4GHzの結果である。探知対象物はITEP標準のTYPE-72、PMN-2、M14の3種類の模擬地雷を用いた。レーダ周波数を4GHzにすることによって対人地雷の探知性能を向上できることを確認した。

また、4GHzでの探知深度を検証するためにTYPE-72について深度を地表面0cmから30cmまで5cm毎に埋設深さを変えて試験を行った。結果を図6に示す。これにより対人地雷を深さ30cmまで探知できる性能を確認した。

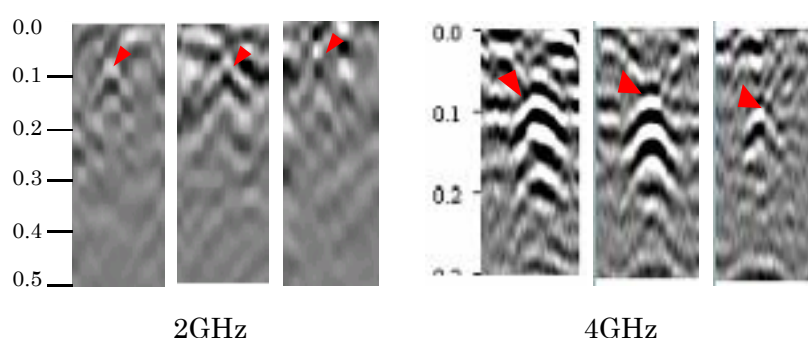
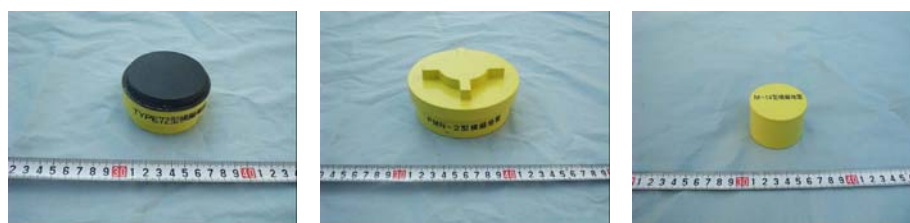


図5 2GHzと4GHzGPRの結果



TYPE-72

PMN-2

M14

図6 対人模擬地雷

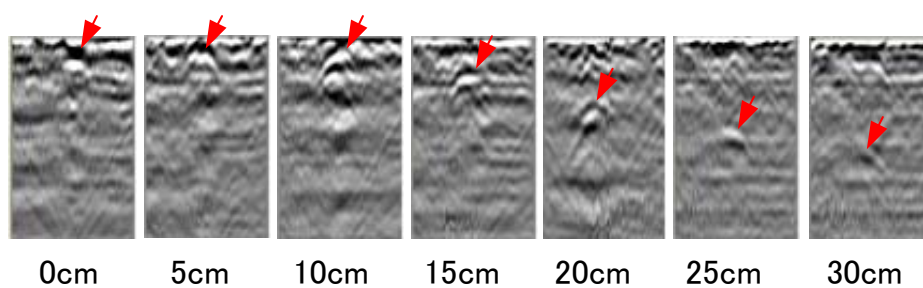


図7 4GHzGPR の結果(TYPE-72)

(c) 地中レーダ技術と金属探知機の複合化技術

地中レーダは、アンテナ筐体とアンテナエレメントからなるアルミ材を装備しており、金属部分に発生する渦電流により金属探知機の探知性能に制約を与える。本研究開発では、ベクトル型レーダの性能を低下させないように金属探知機の送受信コイルを、アンテナ中央部及びアンテナ周囲に配置し実現した。また金属探知機の性能低下を最小限にするために、アンテナのアース部分に120°ごとにスリット加工を施し、発生する渦電流を最小限にした。これによりレーダの探知性能と金属探知機の探知性能を有した複合化地雷探知器を開発できた。

(d) 複合化用金属探知機用コイルの開発

従来ボビン巻により製作していた送信コイル及び受信コイルを基板化することにより小型薄型化した。これによって性能の安定性確保し、基板化することにより品質を一定にすることができ-10° ～60° の恒温槽での温湿度試験の結果性能に問題ないことを確認した。

図8に恒温槽での温度試験状況を示す。



図8 温湿度試験状況(-10° ～60°)

表1 4GHz 地雷探知器の温湿度試験結果

試験名称	温度範囲	湿度	センサ		信号処理機
			GPR	MD	
保存温度試験	-10℃～+60℃	20%	○	○	○
動作温度	-10℃～+60℃	20%	○	○	—
動作温度	0℃～+50℃	85%	○	○	○

(e) リアルタイム信号処理・表示技術の開発

探査時の探査結果をリアルタイムで確認できるように探査時のセンサ直下の結果（レーダ画像と金属探知画像）を画面にリアルタイム表示した。走査スピードは **0.55m/s** を実現することができた。図 9 に開発したリアルタイム表示画面および探査状況を示す。

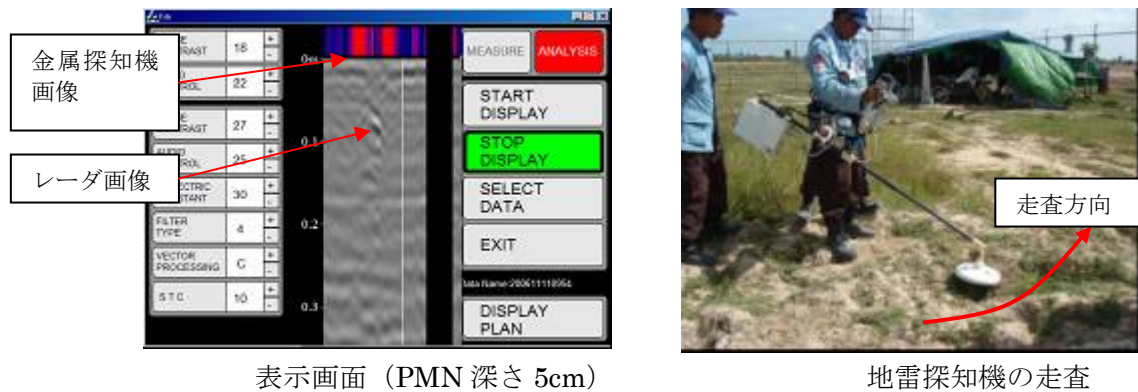


図9 リアルタイム表示画面および探査状況

(f) 対環境性の良い小型軽量信号処理装置の開発

対環境性に優れた CPU ボードの採用及びレーダ制御回路を開発した。CPU はマンマシンインタフェース機能を確保するために windows システムを採用した。電源はバッテリー電源のみの動作を確保し、DC12V と DC24V バッテリーを採用した。

(g) 操作性の良いハンドリング機構の開発

探知作業における探知者の負担軽減および探知効率を向上させるために、身長及び体格の違う 160cm から 185cm の被験者によってセンサ位置と信号処理の配置及びセンサ支持方式について実地にてテストを行った。テスト結果を反映した操作性の良いハンドリング装置を開発できた。図 10 に操作方式及び機構の検討状況を示す。



図 10 操作方式及び機構の検討

複合化後の地雷探知器の探知性能を表 2 に示す。

表 2 4GHz 地雷探知器性能

模擬地雷	センサ	
	GPR	MD
TYPE-72	30cm	5cm
PMN-2	30cm	15cm
M-14	30cm	15cm

(h) 現地検証

2006 年 7 月にスリランカで実地雷に対する性能確認実験を実施した。その結果、対人地雷において金属探知機で深さ 5cm、レーダで 20cm まで探知できた。対戦車地雷及び砲弾では深さ 50cm まで探知できる性能を有していることを確認した。

探知実験の結果を表 3 に示す。

2007 年 10 月から 12 月まで実施したカンボジア CMAC での現地実験の結果 sand、clay 及びラテライトの 3 種類（各土質について乾燥状態、湿潤状態）の土質についてテストレーンにおける対人地雷、対戦車地雷及び砲弾を探知できた。図 1 1 に探知画像の一例を示す。

表3 スリランカでの性能確認実験結果

AP MINE		Evaluation member: as per attached					
depth(cm)		0cm	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm
P4 26th	MD	○	○ 261359	? 261402/3/6	X 261410	X 261411/15	X 261417/23
	Radar	○	○	○	○	○	X
				*261407: ground survey without target			
P4 27th	MD	○ 271223	○ 271225	△ 271227	△ 271230	X 271232	X 271236
	Radar	○	○	○	○	○	○
Type72 26th	MD	○ 261442	○ 261447/48	X 261449/51	X 261452/53	X 261449/56	X 261457/1500
	Radar	△	○	○	○	△	X
		*261446: mine survey on the ground (not varied)					
Type72 27th	MD	○ 271242	○ 271244	○ 271246	○ 271249	X 271250	X 271252
	Radar	○	○	○	○	○	○
NR409 26th	MD	○ 261501/2	○ 1503/07/10	X 261511/12	X 261514/1517	X 261521	Pass
	Radar	○	○	○	○	X	
NR409 27th	MD	○ 271256	○ 271257	○ 271302	X 271305	X 271307	X 271308
	Radar	○	○	○	○	○	○
				*271259 steel wire exists near mine			
VS50 26th	MD	○ 261425/6	○ 261429	X 261431/33	X 261434	X 261436/37	X 261438
	Radar	○	○	○	○	○	△
				*ground surface is inclined			
VS50 27th	MD	○ 271310	○ 271310	○ 271312/14	○ 271315	○ 271317	X 271318
	Radar	○	○	○	○	○	○

* O : "DETECTED" △ : "DETECTED BUT WITH WEAK SIGN" X: "COULD NO DETECT"

*FIGURE (26..., 27...) STANDS FOR FILE NAME (TIME DOMAIN)

*IN CASE OF TWO FILE NAME , FIRST FILE IS SURVEY IN FRONT OF MINE

SECOND FILE IF THE SURVEY ON TOP OF MINE

IN CASE OF THREE FILE NAME, THIRD FILE IS THE SURVEY OF REAR SIDE OF MINE.

AT MINE

depth(cm)			40 cm	50 cm
MK01 26th	MD RADAR		X 261635	X 261639
			O	O
M15 26th	MD Radar		X 261641	X 261640
			O	O

使用された対人地雷(カンボジア)

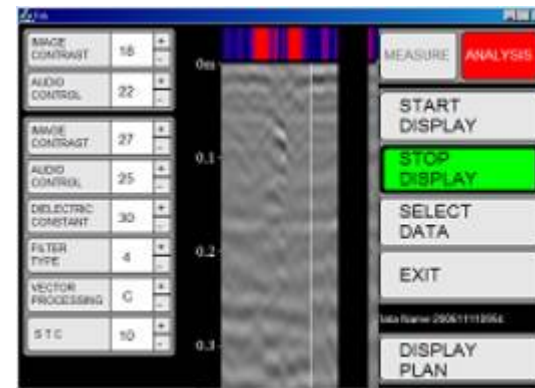
探知結果サンプル(ラテライト: 金属分多く従来の金属探知機では探知困難)



検証コース



PMN 5cm 深度



ATM 30cm 深度

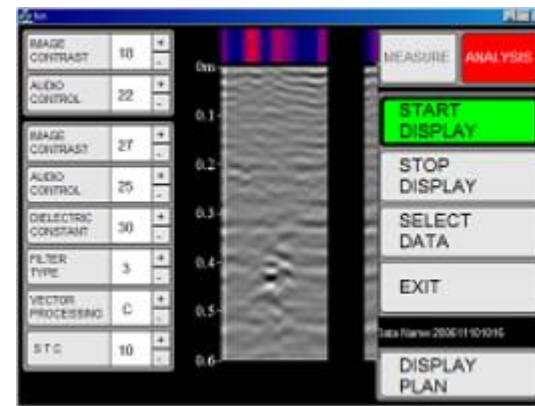


図 1 1 探査画像例

研究目標と達成度

（a）異なる土質土壌での探知能力の向上

一般的な土質としては砂質土、真砂土などがあるが、現地環境はラテライトなど金属片の混在した土壌及び粘土質、砂質土など多種であり、また含水率などが多様である。金属探知機だけでは、金属片を多く含み土壌では地雷探知以外の金属反応が起こり探知を困難にする。一方、地中レーダでは微小な対人地雷を見つけにくく同じく探知を困難にしている。それぞれの探知機能及び性能を複合化することで異なる土質での探知を可能とした。

国内試験及びカンボジアでの試験の結果、sand、clay 及びラテライトの 3 種類（各土質について乾燥状態、湿潤状態）の土質について探知できることを確認した。

（b）深深度埋設地雷の探知能力

対人地雷について 30cm まで探知することを国内評価実験により確認した。スリランカでの対戦車地雷及び砲弾の探知実験の結果、50cm まで探知できることを確認した。カンボジアにいても深さ 50cm に埋設した砲弾を探知した。

（c）耐久性・信頼性の向上

耐久性を向上するために、シリコンディスクを採用した CPU ボードの組み込み、コイル基板化による安定化を実施し、従来からの信頼の高いレーダと組み合わせた複合化センサの開発により及国内での評価試験、海外 2 箇所（スリランカ 1 週間、カンボジア 2.5 ヶ月）での現地検証を実施した結果、耐久性が高く信頼性の高い地雷探知器を開発できた。

国内から現地までの輸送及び現地での連続使用においてトラブルがなく、耐振動の面でも信頼性の高い地雷探知器を開発できた。

（d）操作性の向上

地雷探知器を腰支持アームに装備し、ハンドルの操作に対応して探査部の直下の探知画像をリアルタイムに表示するリアルタイム信号処理・表示機能を開発した。またベースシステムに windows を採用しており、走査アームの手元にマウス機能を装備したことにより現地デマイナーから良い評価を得た。

画面についても視認性の良いカラーモニターを採用し現地の屋外環境でも探知画像をリアルタイムに表示でき、探知作業を迅速に行えることを確認した。

（e）手順書の作成

機器組立、配線接続、探知動作、判定方法、データ記録などの走査をわかりやすくするために写真を多用した SOP を作成して、現地デマイナーのトレーニング時に用いわかりやすいとの評価を得た。約 2 日間程度の実地トレーニングによりデマイナーのみでの機器準備、探知作業及び格納などの一連の作業が行えるようになった。今後、探知データのサンプル画像などを追加し拡充する。

成果の意義

開発された探知機は金属探知機と電磁波レーダを複合することで金属探知機のみでは探知困難であった土質・土壌での対人地雷の探知を可能としており、操作の習熟、探知データベースの充実を図ることで対人地雷探知作業のより安全化、効率化を図ることが可能である。互いに干渉しあう、金属探知機と電磁波レーダを一つの筐体に収容し、リアルタイムの探知、探知結果の表示を実現・実用化したシステムは世界初である。

一方技術的には、プロジェクトを通しえられた小型軽量化の為のモジュール化の為の基礎的な技術、製品化のための技術は他分野への転用も可能であり、特に三井造船が志向しているコンクリート非破壊検査機の商品化に大きく役立っている。



鉄筋かぶりセンサ外観

開発されたセンサーは、スリランカ、カンボジアでの検証を通じ実際の探知作業、NGO に紹介され、実際に使用していただくことで、問題点の再確認とともに実現場での使用について十分可能であることが認識された。

今後問題点を解決しながら、解析データベースの充実、解析手法の確立・教育を行うことで実用化が十分可能である。

機器の対塵、対湿度、対温度等環境性能についても十分な対策がなされた結果、長期間にわたる検証期間中機器の故障、システムダウンが皆無であり開発品の製品としての信頼性も十分証明された。 対環境性能に関する知見は屋外にて使用される前提で開発される非破壊検査機器の信頼性向上に寄与している。

特許等の取得

複合型地雷探知機の特許について申請がなされている。

(1) 2004年度出願3件

- ・特願2004-254045／埋設物探知センサ
- ・特願2004-242763／埋設物探知装置
- ・特願2004-244525／地中埋設物のマッピングシステム

(2) 2006年度1件

- ・特願2007-072373／埋設物探知装置

(3) 2007年度2件

- ・特願2007-165503／埋設物探知センサ
- ・特願2007-146046／埋設深さ測定方法及びその装置

成果の普及

開発の経過、現地検証等について下記記載のホームページにて紹介されている。

山陽新聞社ホームページ

URL <http://www.sanyo.oni.co.jp/kikaku/2006/kokusai/5-9.html>

CMAC ホームページ

URL http://www.jics.or.jp/jigyoku/musho/kenkyu/cam_0703.html

JICS ホームページ

URL http://www.cmac.org.kh/menu_rd_technology.asp

3. 2. 1. 2 金属探知器と地中レーダーを組合わせた複合型地雷探知器 のアフガニスタンへの適用／コス

研究開発目標

過去に事業者が単独でカンボジアに納入した金属探知器と地中レーダーを組合せた携帯式地雷探知器の性能を向上させ、現地に適応させた改良型試験機を製作する。主な開発内容は、地中レーダー部分の温度補償機能の向上、土壌バランス機能の向上、埋設物判定処理機能の搭載。

目標達成状況

広範囲の自然環境（ $-10^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ の温度環境）に適合し、プラスチック製の地雷も含めて、地雷探知はできるが、土壌バランス機能において、アフガニスタン現地の地雷埋設層である砂利層に対する対策が必要である。

開発機的主要仕様

- ・ 電磁波レーダーシステム(GPR)と
金属探知システム (ECT) の同時駆動
- ・ 温度補償機能
- ・ 自動土壌バランス機能
- ・ 埋設物判定処理機能
- ・ 標準操作手順(SOP)の開発
- ・ 対象 : プラスチック製対人地雷
- ・ 表示器 : 256色ディスプレイ
- ・ CPU : 32bit
- ・ 温度／湿度 : $-10\sim 60^{\circ}\text{C}$, $-95\%\text{RH}$
- ・ 全長 : 1.5m
- ・ 重量 : 3.5kg(本体), 3kg(バッテリー)



3. 2. 2 車両型対人地雷探知機の開発

3. 2. 2. 1 平坦地で効率良く地雷等を探知する遠隔制御型地雷等探知車両及び 遠隔操縦・操作機材／川崎重工業

成果の詳細

1) 危害半径外からの遠隔制御による高効率な車両型地雷等探知システムの実現

- ・探査効率は最大 $1,500\text{ m}^2/\text{h}$ を達成、当社製技術実証機の $750\text{ m}^2/\text{h}$ を大幅に上回る成果を得た。

車両としては 20 km/h 以上の速度を出しうるが、通信所要を含む探知信号処理時間並びにセンサ接地方式による探知の制約から6チャンネル（ 1.5 m 探知幅）、 0.5 km/h でのオペレーションが限界となっていたが、後述の探知信号処理方式の全面変更による処理時間の短縮、並びに時速 1 km で安定走行可能なセンサ保持機構を実現させ、平坦堅甲路での探査において探査幅 1.5 m で 1 km/h 、即ち、 $1,500\text{ km}^2/\text{h}$ の探査効率を実現させた。



図1 車両型地雷等探知機

- ・実用最大遠隔制御距離は、画像情報をリアルタイムで伝送する無線 LAN システムの利得向上が課題であり、指向性アンテナを車両と地上基地に設け、自動追尾により対向させ通信利得を向上する方法を開発した。社内（明石工場）試験では、測定レンジに制約（ 500 m 限度）があったが、建物が隣接し電波反射の多い劣悪環境でも、片側を自動追尾型指向性アンテナにするだけで 500 m の通達距離を確保することに成功した。両方を自動追尾型指向性アンテナにすれば、通達距離は更に延伸することが可能である。又、 2004 年度のアフغانستان実証試験では 560 m を達成、いずれにせよ当社製技術実証機の 100 m を大幅に上回る成果を得た。



図2 基地側の無線 LAN アンテナ



図3 車両側の無線 LAN アンテナ

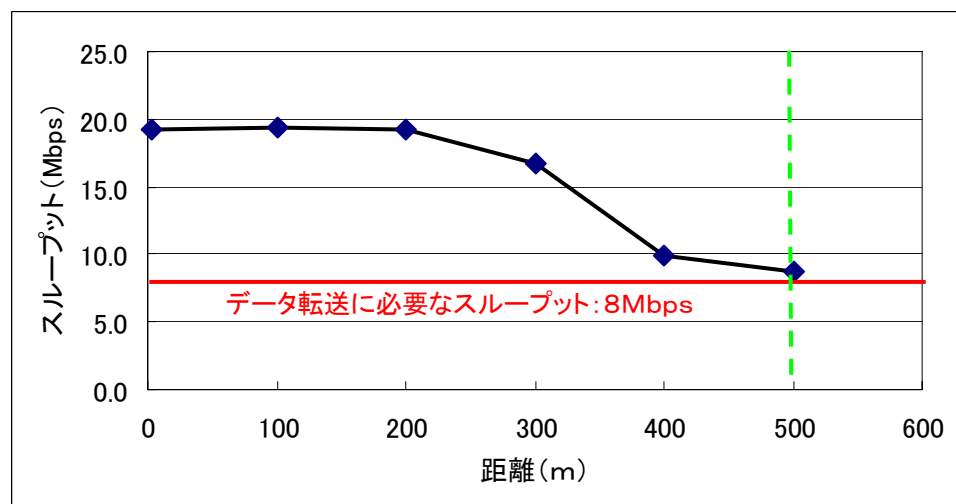


図4 データ伝送容量の試験結果(車側:オムニアンテナ、基地側:指向性アンテナ)

2) 埋設された各種地雷の自動探知・識別

- ・埋設深度50cm以下の大型地雷、不発弾の确实探知・識別を実現した。
- ・埋設深度30cm以下の対人地雷の探知・識別を実現した。

これらは何れも、当社製のプラスチック製、鉄製の模擬地雷、及び模擬不発弾で実施し確認したものである。対戦車地雷では深さ100cmまで、対人地雷は深さ30cmまで、UXO（クラスター爆弾、他）では深さ50cmまでの探知に成功した。

提案時は当社製技術実証機の地雷探知処理方式を踏襲し、磁気センサとGPR (Ground Penetrating Radar) 各6チャンネルの複合型地雷探知システムで改良を重ねた。しかし、特にプラスチック地雷の探知識別及び鉄成分混入土壌での目標の探知に限界が生ずると共に、探知性能を向上すると誤警報も多くなる現象が顕著になった。このため、従来の複合型を止め（磁気センサを使わず）GPRだけのセンサシステムにすると共に、探知識別処理を従来より負荷が少なくかつ効果的なプラクティカルな手法を開発しこれに切替え目標の達成に成功した。

表1 地雷等識別能力

探知率/誤警報	センサ信号 (B-scope)	信号処理後	識別処理後
対戦車地雷探知(深度と率)	50cm	100cm以上	全数(100%)
対人地雷(深度と率)	15cm	30cm以上	全数(100%)
UXO(クラスター爆弾と大型砲弾)	30cm	50cm以上	全数(100%)
誤警報	10個/m ²	2個/m ²	0.1個/m ²

これは、得られた生データ(Bスコープ)のデジタル画像にウェーブレット変換と特殊フィルタ処理を施し、走行して得られる目標物の双曲線エコーデータ列を抽出した後、形状・大きさ・多重エコー層特性、位相特性、それにエコー強度などから自動識別を行う新アルゴリズムである。得られた探知識別特性は画期的に改善され、アフガニスタンにおいても実地雷を100%探知識別できた。

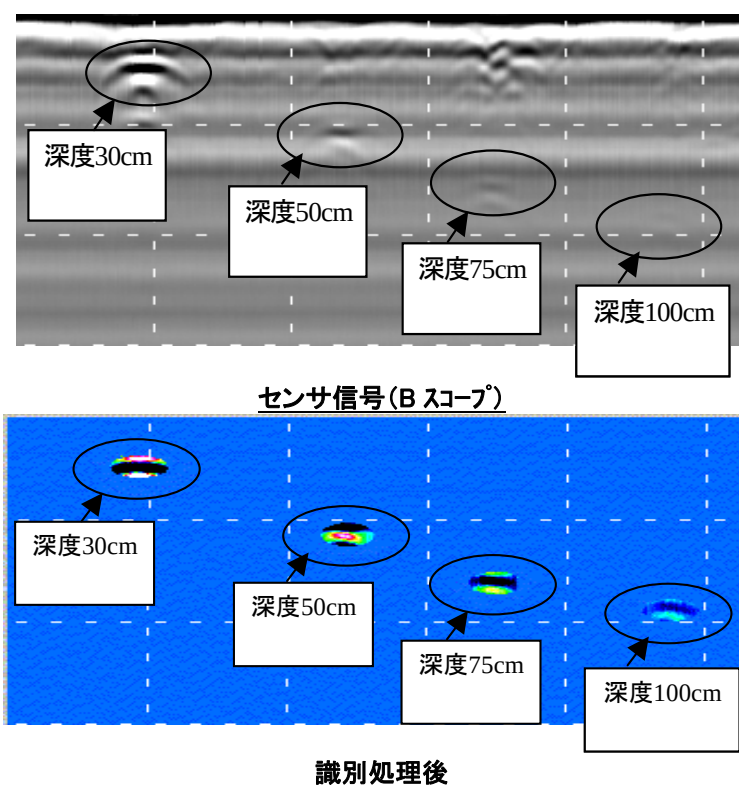


図5 探知信号処理後の結果

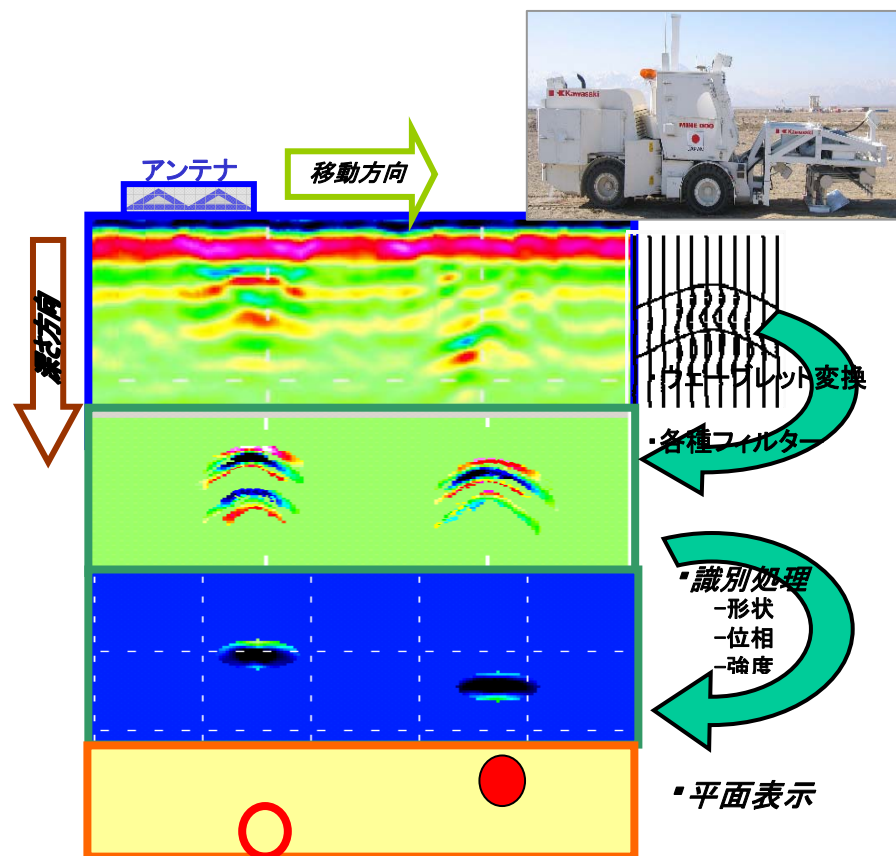


図6 新探知・識別処理の方式

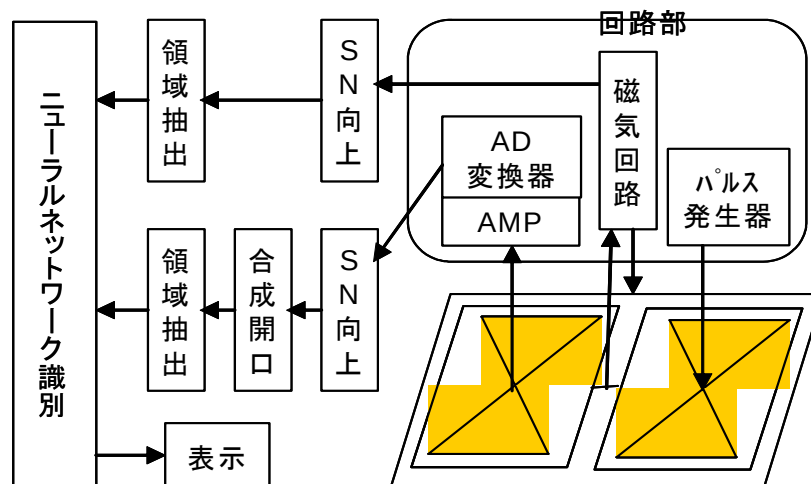


図7 旧探知・識別処理方式

3) 対人地雷爆破に対する耐爆性の確保

・ 車両の完全耐爆性：

対人地雷の爆破に対する耐爆性は I M A S (International Mine Action Standard) のスペックと C M A C (Cambodian Mine Action Center) のスペックを要求基準に設定し、出来る限り軽量化できる対策を開発した。

注記： I M A S スペック；30cm 離隔した 240g TNT の爆破に対し保護できること。
450m/sec の速度のフラグメント 1.102g に対し耐弾性があること。

C M A C スペック；車両から 3m 離隔した地点からの速度 991m/sec の地雷破片 7.29g (M16 相当) の飛翔に対し耐弾性があること。

S S 4 0 0 鋼板板厚 12mm 相当以上の外板、ソリッド・タイヤ、軽量複合材外板の採用により車両の完全耐爆性を確保した。特に軽量複合材外板は高強度合成繊維であるザイロンと鋼板で構成される複合材を開発、常時操作する各種のドアや防弾パネルに採用した。

重量が半減した軽量複合部材の適用によりキャビンやエンジンルームへのアクセス、耐弾プレートの設定が容易且つ安全になり、操作性、整備性の向上にも貢献した。これら各部分の耐爆性は計算シミュレーションを実施し、更に部分ごとの供試体の耐爆・耐弾試験で実証した。

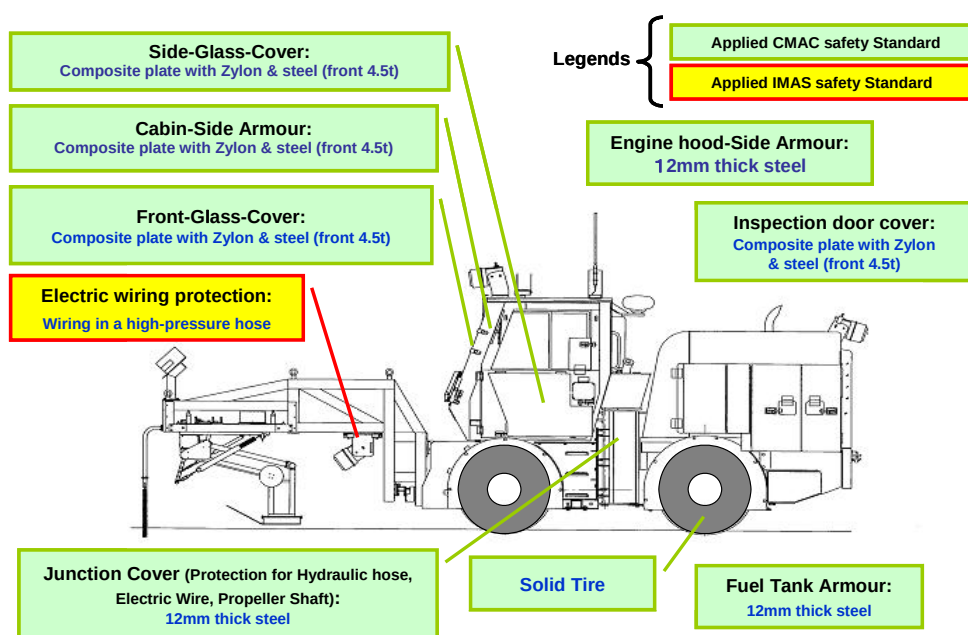


図8 耐爆装備

- ・探知センサの被爆回避：

センサ保持機構：

対人地雷を起爆させない低接地圧でセンサの接地走行が可能となるよう、スプリングとダンパーで構成されるセンサ懸架装置を開発した。

シミュレーション試験と実地試験で試作品の性能を確認し、対象とする土壌は起伏±20cm以内の平坦堅硬路で図9の起伏形状の土壌を評価対象とした。

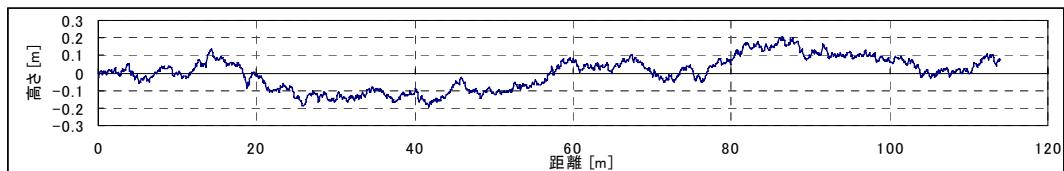
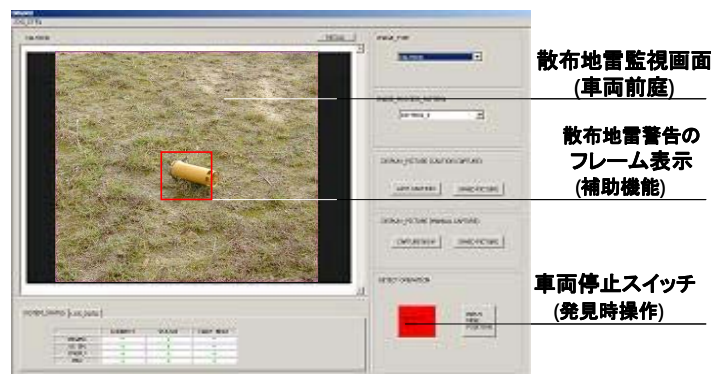


図9 センサ接地走行評価の基準土壌面(シミュレーション)

いずれの場合にも、1km/hの車速で設計要求(地上高変化：+10cm以内、接地力：力積0.705kgf・sec以下)を満たした。＜結果：7.4cm以下、0.673kgf・sec以下＞

散布地雷監視装置：

地表の散布地雷等を遠隔オペレータが事前に検出可能な散布地雷監視装置を開発、装備することにより、探知センサ部による地雷等の爆発を誘起しないシステムを実現した。



UXOや地雷を発見した時にはオペレータは車両を停止させ爆破を回避する！

図10 散布地雷監視画面

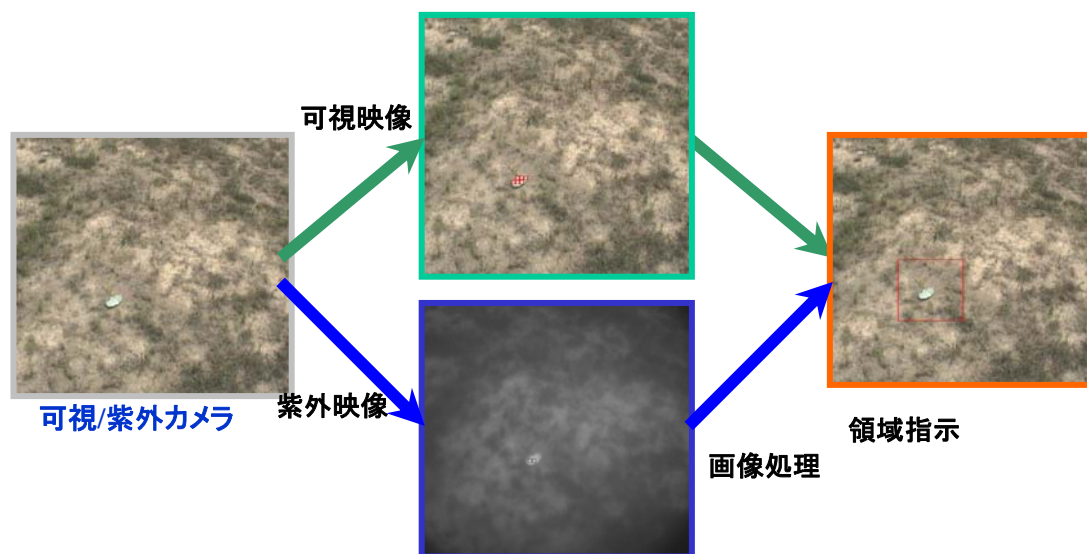


図11 散布地雷監視処理

尚、当初は可視光CCD及び近紫外光CCDの二つカメラを使い、可視光画像をベースとし、それに夫々画像処理し目標を抽出した領域フレームを重畳表示し、オペレータの目標認識をサポートするシステムであったが、アフガニスタン実証試験の結果、アフガニスタンにおける目標の紫外光反射がそれほどには期待できないことが判り、高価なカメラを使う上記方式を改め、可視光CCDのみによる生映像と画像処理結果を重畳表示する方式に変更している。

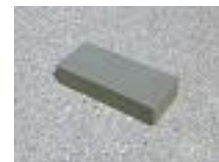
画像処理の探知識別結果は、PFM-1（ロシア製蝶型対人地雷：90%）、クラスタ子爆弾（100%）、低視認性灰色物体（80%）であるが、いずれにおいても生映像を常時注視すれば発見が可能である。



PFM-1 模擬品



クラスタ子爆弾模擬



低視認性物体

図12 各種模擬散布地雷

4) 植生伐採地での地雷探知機能の開発

- ・ 植生伐採地での走破性の向上：

探知車においては、センサの送信タイミングを車輪の回転から得ており、車輪の滑りは、センサの受信映像を大きく歪ませ、即、失探或いは誤探知に繋がる。そこで、滑り易い植生伐採地にグリップ力のある鉄輪を開発し、走破性を大幅に向上させ、確実な地雷探知のベースを実現させた。

2種類の鉄輪を試験対象とし、ビット型歯形（図13 写真参照。）の鉄輪が、最も理想とする回転半径（ノースリップ）が得られた。又、この鉄輪はタイヤに比べ最小横滑り摩擦係数が1.2倍、コーナリング・スティフネスはタイヤ6N/radに対し1000N/radが得られ、

シミュレーション上で20度の傾斜地の横行も可能との結果が得られた。



図13 鉄製車輪

- 多重複雑土壌での地雷探知能力の向上：

比較的均質でかつ平坦な土壌での地雷探知に関しては、地中雑音も少なく、受信エコー映像（B スコープ）にも歪が無いが、地中が多重の反射層で構成される伐採地における探知・識別特性並びにセンサ面と土面が平行にならない（不連続な空気層が混入する）凹凸地における探知・識別特性を改良する為に、主にセンサである埋設地雷探知装置のリングング特性、S/N特性を改善し、探知識別性能の向上を図った。

結果は、伐採植生（8 c m、生木）下では良好な探知特性を得ることに成功した。 また、± 1 0 c mの凹凸地面下においても誤警報は多くなるものの探知が可能になっている。

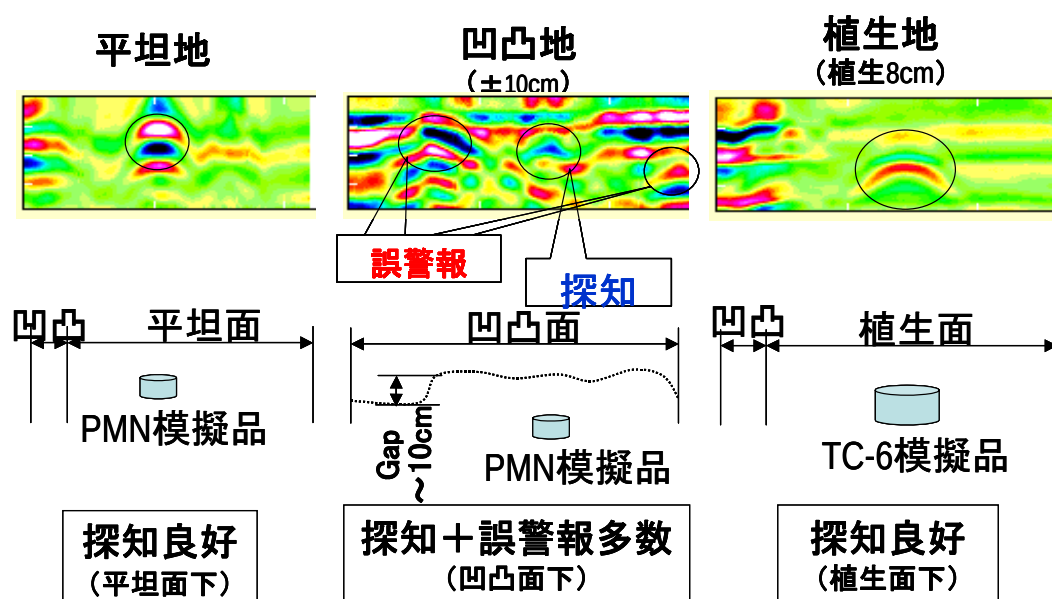


図14 植生地土壌での探知性能

成果の意義

これらの研究開発の成果は、社内における実用性向上のための改良/検証試験に引き継がれ、各種土壌状況に対応しうるシステムとして纏め上げられつつある。その結果本機材をベースに世界に例を見ない独創的かつ先進的なコンセプトを持つ、世界最高水準にある処理能力、探知精度を併せ持った実用機の開発につなげることが可能となった。

今後ODA等でアフガニスタンほか、土壌・気候の似通った地域において実用機が提供される可能性があり、その際には多いに国際貢献することになる。すなわち、地雷に汚染された国々、農業が主たる産業・経済基盤を担っている地域において農地の回復・居住地域回復による社会的、経済的な貢献は大なるものがある。

成果の普及

研究成果の普及に関しては2004～2005年のアフガニスタン実証試験における現地NGO、UNMACA、ISAF、他に対する性能デモ、2004年11月29日からケニアのナイロビで開催された「オタワ条約検討会サイド・イベント」に参加し、パネルとパンフレットによる関係各国首席参加者への説明を行った。更に、IARP（国際先端ロボットプログラム）に論文発表（2005年）、IARP 国際ワークショップで発表（2005. 6. 21）、2005 GICHD（ジュネーブ人道的地雷処理国際センター）のカタログへの掲載等、その成果の普及に努めた。

その他、神戸国際フロンティア・メッセ（2005年）、キタ・ハーフマラソン（2007年1月。後援；難民を助ける会）等国内の各種展示会/催し等で紹介、出品する等その成果の広報・普及に努めた。



図15 アフガニスタン カブール国際空港にて不発弾探知を試みるMINEDOG



図16 キタハーフマラソン会場での展示

3. 2. 3 対人地雷除去機の開発

3. 2. 3. 1 平坦地で効率良く地雷等を除去し鉄製の爆片等を回収する遠隔制御型 対人地雷除去機及び遠隔操縦・操作機材／川崎重工業

成果の詳細

1) 危害半径外からの遠隔制御による対人地雷除去機システムの実現；

- ・処理効率：最大3,345m²/h 車速1.5km/h、掘削幅2.230mでの掘削オペレーションを達成。
(当社製技術実証機2,100m²/h)
- 当社製技術実証機に対し、基本的に牽引力を向上しタイヤサイズのアップを図った。

目標としたのは、

- ・10度勾配で掘削反力に対抗し前進が可能なこと。
- ・自走時の20度勾配の平坦地を登坂できること。
- ・平坦地で200mmの段差を乗り越え可能なこと。
- ・車両地上高さを350mm以上確保。
- ・耐爆性と走破性を両立できるタイヤの装備、

などであるがベース車両の基本構造を大きく変えない範囲での実現を図った。

結果としては、高減速比のアクスルを開発し、タイヤは14.0R24XZM（ミシュラン製）を採用し実現した。



図1 対人地雷除去機

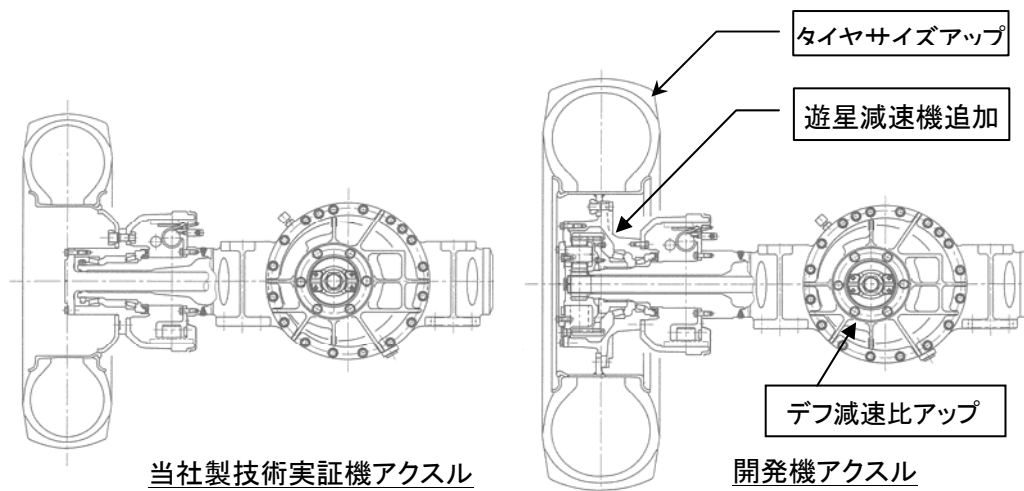


図2 処理効率向上のための牽引力アップ（アクスルの高減速比化）

- ・ 実用最大遠隔制御距離：
車両型地雷等探知機と同様に画像情報をリアルタイム伝送する無線LANシステムの利得向上が課題であり、車両型に比べ要求するデータ伝送容量が5Mbpsと低い、当社製技術実証機の100mを上回る為には、指向性アンテナを基地側に導入し、500m以上（計測限界）の性能が出ることを確認した。
尚、2004年度に実施したアフガニスタン実証試験では、当社製技術実証機の100mを大幅に上回る965mを達成した。

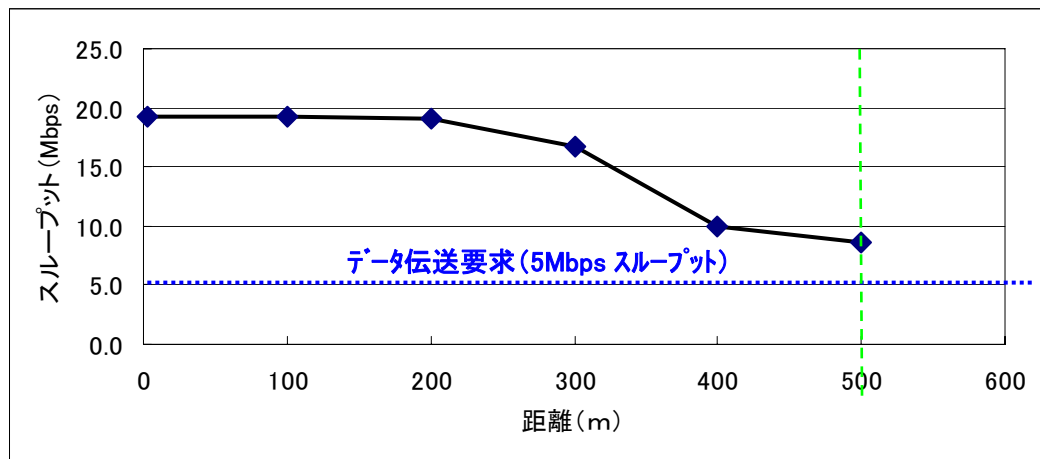


図3 データ伝送容量の実験結果

通常の地雷や不発弾の爆破により、爆風、爆片から身を守る離隔距離（オープン・エリアの場合）は爆風で100m、フラグメントで500m～1kmと言われている。 クローズド・エリアで爆破させる除去機においても、罌線起爆対人地雷に備え、300m～500m離隔して遠隔操縦できれば防護服無くオペレーションが可能になる。この点からも対人地雷除去機の実用最大遠隔操縦距離は満足できる値にまで延伸している。

2) 遠隔制御による対人地雷の除去、鉄製爆片等の回収及び廃棄

- ・埋設深度30cm以浅の対人地雷の除去；

当社製技術実証機では、アスファルト等の地面を掘削し道路を改良する掘削ドラムに独自のカバー構造と掘削土砂のガイド方式を採用し地雷の粉碎・爆破を図っていたが、特に地雷が小型になると極端に除去率が低下し掘削土砂に混じり無傷で排出される現象があった。

土砂の掘削から搬出に到る過程を分析し、掘削ビットでヒットされずに土砂と共に掘り出された地雷が掘削ドラム面上を流れ、後方に運ばれることを阻止して、前方に吐き出しドラムカバーとドラムの間に溜め込み、何度もビットで叩く機会を与える新機構を開発した。これにより対人地雷に対する除去率が大幅に改善された。 また、特にこの機構は掘削ビットで直接爆破できなかった地雷を一旦溜める機能を有しており、ドラム及びドラムカバー間で同時に何発もの対人地雷が爆発する可能性がある。従い、これらの組立て品の耐爆設計目標は1kg TNTが同時に横一列で4～5発爆発しても損傷を受けない構造として爆風逃し機構を持った特殊な構造を採用している。

アフガニスタン実証試験時において、UNMACAの協力を得て、約300個の模擬地雷を使い当社独自の地雷除去テストを実施した。その結果、UNMACA供試体を100%破碎、当社製及びCCMAT社製PMN-2相当地雷を83.3%破碎し、非常に高効率で除去できることを確認した。さらにカブール国際空港マインベルトにて50mの間を処理し、対人地雷を32個、100%爆破処理し、実地雷においては一層有効な方式であることが確認できた。



図4-1 当社製模擬地雷



図4-2 CCMAT模擬地雷

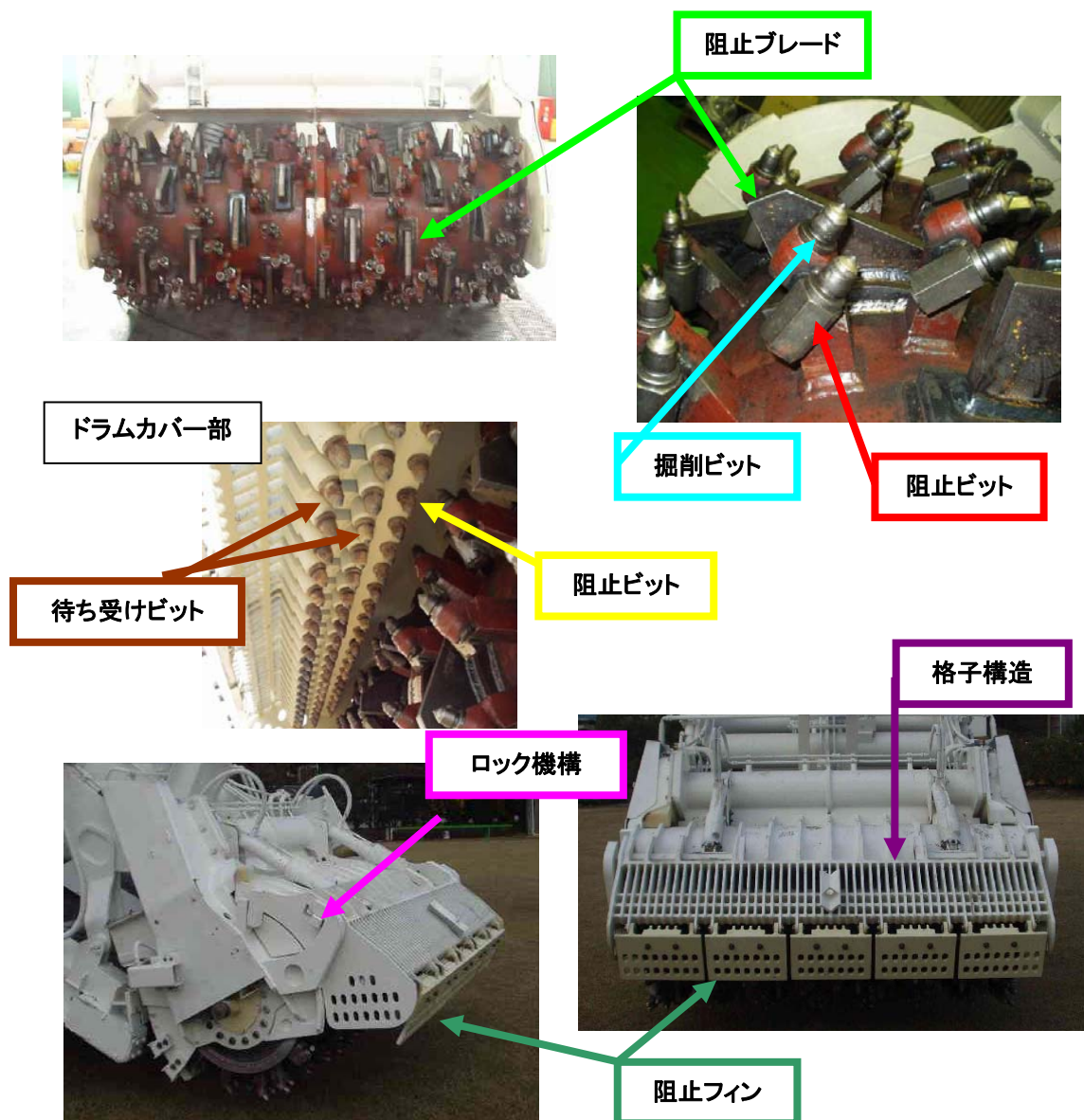


図5 新方式の掘削ドラム及びドラムカバー

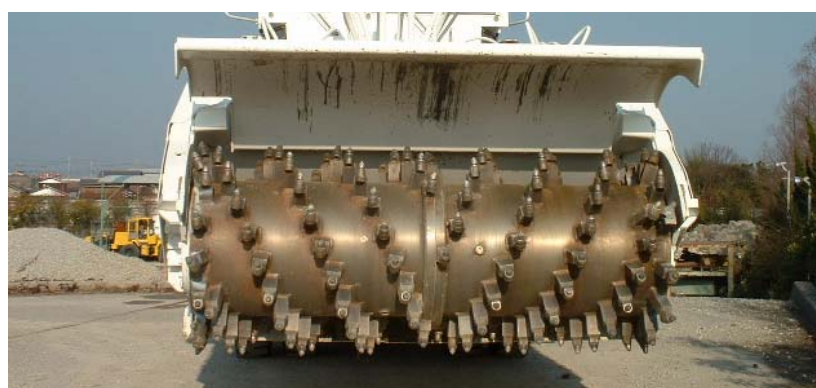
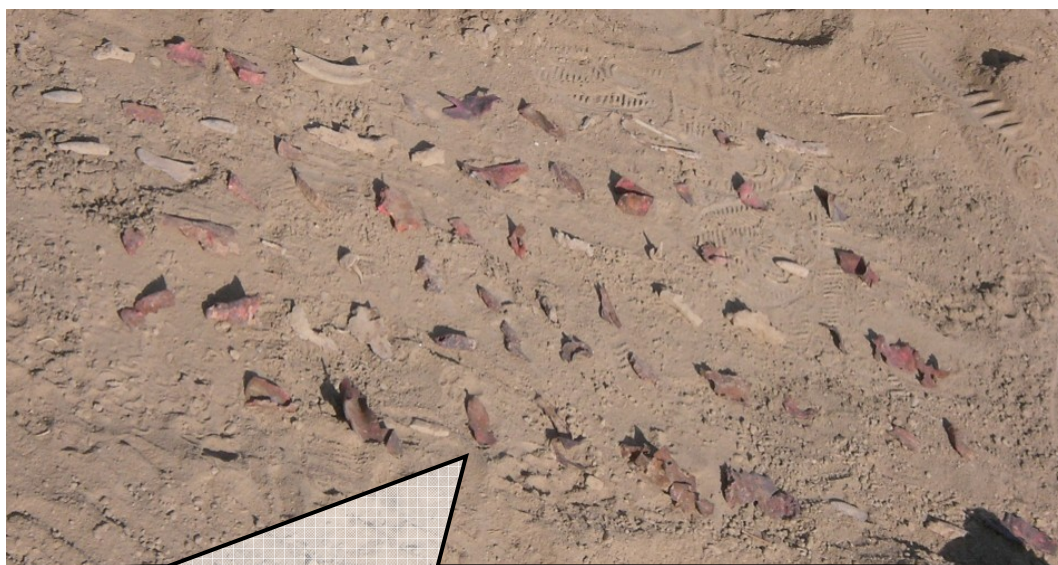


図6 当社製技術実証機の掘削ドラムとドラムカバー

- ・爆破した対人地雷の鉄製破片及び鉄製掘削物の回収；
社内試験の結果、鉄製埋設物の93%回収（走行速度0.5km/h、ドラム回転数200rpm時）、及びアフガニスタン実証試験時には98%回収を達成した。同条件における当社製技術実証機での回収率は約80%であり、残存フラグメントは1/3に減少したことになる。
これにより対人地雷処理作業後の確認探査時のフラグメント処理時間を大幅に短縮することができ（140時間→10時間。回収率93%時。金属フラグメント存在率1個/m²と仮定した場合（注記参照。）、地雷処理活動の総合的な効率が大幅に向上される。

（注記：アフガニスタン居住地／農耕地付近の地雷原における地雷存在率；0.004個以下/m²、金属製フラグメント存在率；居住地域0.1～1.0個/m²、農耕地0.01～1.0個/m²と言われている。また、フラグメント処理時間は平均2.5分/個と言われている。）



赤いペンキを塗り試験用にいれられた金属製フラグメント(49個)と
事前の磁気探知で何も無いはずなのに回収された黄土色の金属片(15個)。
回収総数64個/50個で128%も回収したが評価は98%。



図7 アフガニスタンでのフラグメント回収試験結果

又、本機材の遠隔操縦は当社製技術実証機のコセプトを引継ぎ、本機を直接見ることなく遠隔のシェルター内で操縦操作出来るように、カメラ映像、掘削深度情報、車両の各種状態情報、自機位置と航跡を含むマップ情報、キャビン内音声情報を提供し、車両内での操縦操作に近い臨場感をオペレータに与えるよう開発した。

しかし、2004年度のアフガニスタン実証試験で得た現地NGO等からの要望に基づき更に改良を施し、図8に示す装置としている。

主な改良点は

- ・ 表示シンボルの大幅な活用による英語文字表現の削減
- ・ 表示操作シーケンスの簡略化
- ・ 表示装置（パネル）の大型化及び高輝度化
- ・ アフガニスタン実用試験で開発したUNMACA仕様のプロGRESS・レポートの組込み等である。本改良は探知機においても実施されている。



図8 改良型 MINEBULL の遠隔操縦装置

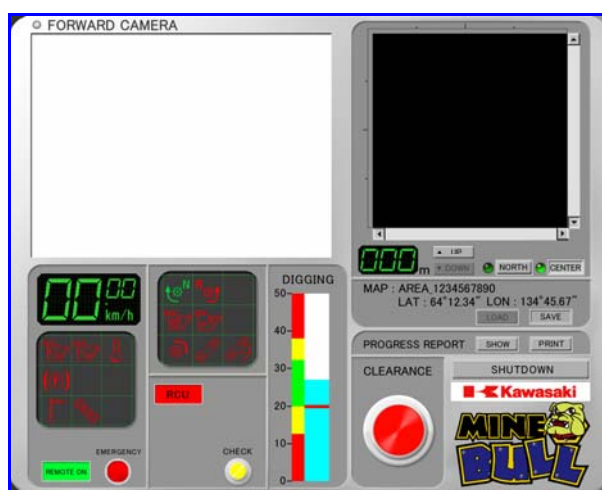


図9-1 情報表示形態(改良型)

(図はほぼ等しい縮尺)

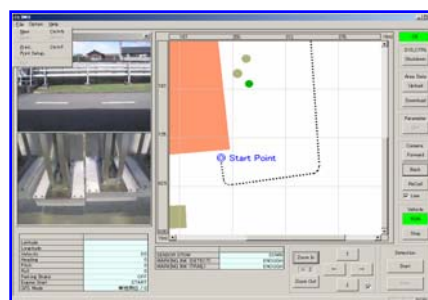


図9-2 情報表示形態(旧)

3) 対人地雷爆破に対する耐爆性の確保

- ・車両の完全耐爆性；

対人地雷の爆破に対する耐爆性を満足する為に、車両型地雷等探知機同様に、IMASとCMACのスペックを要求基準に設定し、出来る限り軽量化できる対策を開発した。

SS400鋼板板厚12mm相当以上の外板、ウレタン充填タイヤ、板厚58mm耐弾窓ガラス、軽量複合材外板の採用により車両の完全耐爆性を確保した。特に軽量複合材外板は高強度合成繊維であるザイロンと鋼板で複合材を開発、エンジンルームアクセスドアに採用した。

エンジンルーム内の整備作業は頻繁になされることから、ドアが軽量化されることにより日常の整備性の向上にも貢献した。重量が半減した軽量複合部材の適用によりキャビンやエンジンルームへのアクセス、耐弾プレートの設定が容易且つ安全になり、操作性、整備性の向上にも貢献した。これら各部分の耐爆性は計算シミュレーションを実施し、更に部分ごとの供試体の耐爆・耐弾試験で実証した。

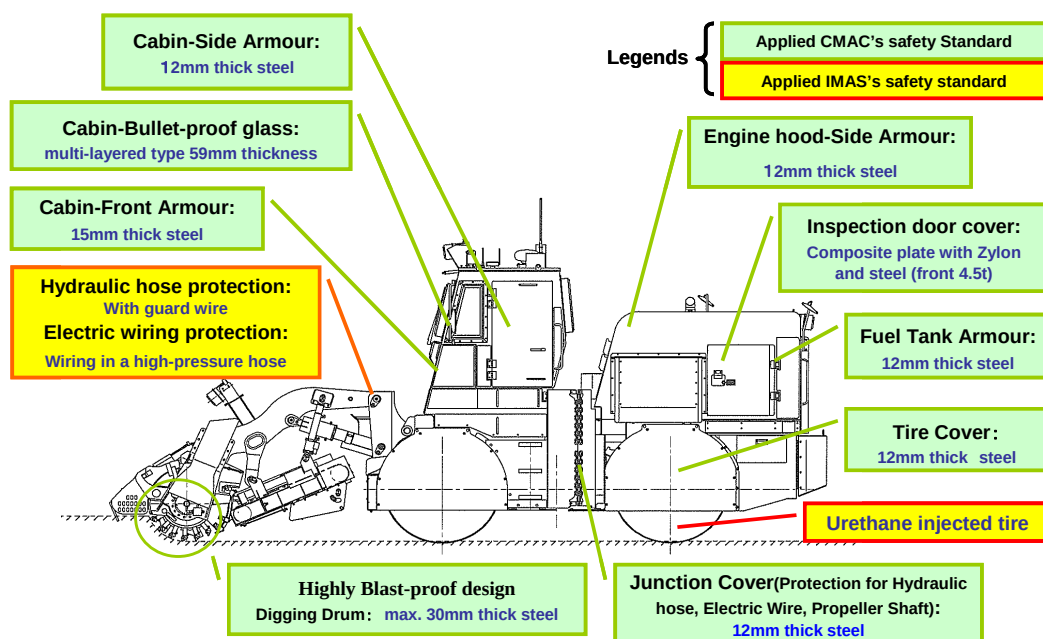


図10 対人地雷除去機の耐爆装備

- ・地雷除去システムの耐爆性；

掘削ドラムは、常時、対人地雷の爆破にさらされる為に耐爆要求目標をIMASの3倍（720g TNT）におき、余裕を持たせ約4倍（1kg TNT）に耐える設計を実施した。又、耐弾要求は車両同様、CMACのスペック（991m/secのスピードを持つ7.29g鉄破片を貫通させない。）を満たす設計を行った。

掘削ドラムはTNT750gを直下で爆発させた国内試験でも、また高性能爆薬PE3A（Plastic Explosive -3 American）2kgを直下で爆発させたアフガニスタン実証試験でも損傷は無く、またカブール国際空港周辺のマインベルトで実物の対人地雷32個を連続爆破した際にも損傷は無く、その耐爆性は実証された。

これは、

- ① 板厚30mmのSS400鋼板を採用した直径約1mのドラム本体の開発
- ② 爆風逃し孔を数多く保有したドラムカバー及び5cm角棒でのカバーのラッチ機構及び掘削ドラム機構に大きなダメージを与える対戦車地雷等の爆発に対し離脱する構造様式の開発
- ③ 耐爆・耐弾性能を有する阻止フィン不発地雷が前方に飛び出すのを防ぐ鉄製フィンを利用した、地雷の爆破時も使用可能な掘削深度測定機構の開発

をすることにより達成されたものである。

尚、対戦車地雷相当のPE3A 8kgを使用した爆破試験ではドラムの歪み、取り付けピンの折損、ドラムカバーの離脱/飛散（無変形）があったが、車両の走行には何の影響も無かった。



PE3A2kg爆破(設計荷重の倍)



PE3A8kg爆破

図11 アフガニスタンにおける耐爆テスト

4) 植生伐採地での地雷除去能力の確保

- ・植生伐採地での走破性の向上

植生地では地雷除去に先立ち植生の伐採が行われるが、伐採した植生が堆積した地域では、車輪がすべり掘削ドラムを前に押し出す牽引力が低下する、或いは車輪がスタックする現象が発生し、地雷除去能力が低下する。

このような滑り易い植生伐採地に対しても、耐爆性を確保しつつ地雷除去能力をフルに発揮できるよう、グリップ力のある鉄輪を開発し走破性を大幅に向上させた。

2種類の試作品を製作し、試験により最も効果のあるビット型鉄輪を採用した。同鉄輪ではスリップの無い理論最少旋回半径とほぼ同じ軌跡が得られ、タイヤに比べ最小横滑り摩擦係数が1.6倍となり伐採植生の有るスリッピーな土壌でも十分安定した連続走行が可能となった。またシミュレーションでは20度の傾斜地の横行が可能との結果になった。



図12 伐採地(伐採層30cm)での旋回試験



図13 鉄製車輪の横滑り抵抗計測

- ・ 植生伐採地での連続地雷除去能力の確保

植生伐採地等の水分を含んだ地雷原では、土と伐採植生がドラム表面と掘削ビットの間に詰まり（スタック）、掘削力が極端に低下し一定深度の掘削オペレーションが出来なくなる。

この問題を解決するため、掘削ドラム面の付着土砂を回転ブラシで取り除く機構を開発し、掘削ドラムの伐採植生破片を含む粘性土壌付着によるドラムスタック／空転を防止し、植生伐採地での掘削効率を大きく向上することができた。

回転ブラシと掘削ドラムの回転方向を逆にし、ドラム面に対するブラシの掃引速度を対地掃引速度よりさげ（約半分）、硬いドラム面との摩擦によるブラシの磨耗を抑えると共に、地面に払い落とされた柔らかい付着土砂を後方に効率的に吐き出す方式を採用している。

尚、ブラシ部分の材料及び長さ、バンチ（束）の構成本数などの選定については、予め製造メーカーで耐久性と掃引能力の確認を取ったもの2種を供試体として採用し、結果としてバンチを回転円筒上に均等に植えつけたタイプが、バンチの交換性も含め最良であることが実験で確認された。



図14 回転ブラシ機構

成果の意義

上記の研究開発の成果により、地雷除去システムの完成度が高まり、実用に供しうるレベルに達したといえる。

その結果、現在、アフガニスタンにおいて国連の地雷除去機関及びNGOによって当該地雷除去機の実用性試験に供されており、成果を挙げつつある。

当該試験の結果によっては、今後ODA等でアフガニスタンほか、土壌・気候の似通った地域において実用に供される可能性があり、その際には多に国際貢献することになる。

本機材は世界に例を見ない独創的かつ先進的なコンセプトに基づくものであり、その処理能力と併せ、世界最高水準にあるといえ、地雷に汚染された国々、農業が主たる産業・経済基盤を担っている地域において農地の回復・居住地域回復による社会的、経済的な貢献は大なるものがある。

また、耐爆及び耐弾設計に対し、確度の高い解析技術、実験技術を獲得できた。

さらに、車輛の遠隔操作技術の高度化を図ることができ、災害救助・復旧用に使用される建設機械の二次災害防止のための（安全域からの）遠隔操作等に应用することが出来る。

成果の普及

研究成果は、2004年11月29日からケニアのナイロビで開催された「オタワ条約検討会サイド・イベント」に参加しパネルとパンフレットによる関係各国主席者への説明、IARP（国際先端ロボットプログラム）に論文発表（2005年）、IARP 国際ワークショップでの発表（2005年6月）、GICHHD（ジュネーブ人道的地雷処理国際センター）のカタログ（2005年版）への掲載等、その普及に努めた

その他、神戸国際フロンティア・メッセ（2005年）、等国内の各種展示会/催し等で紹介、出品する他、会社広報誌等でその成果の普及に努めた。

社内誌

オタワ条約サイドイベント出展(2004年)写真



図15 ケニア・ナイロビでの
オタワ条約サイドイベントへの参加

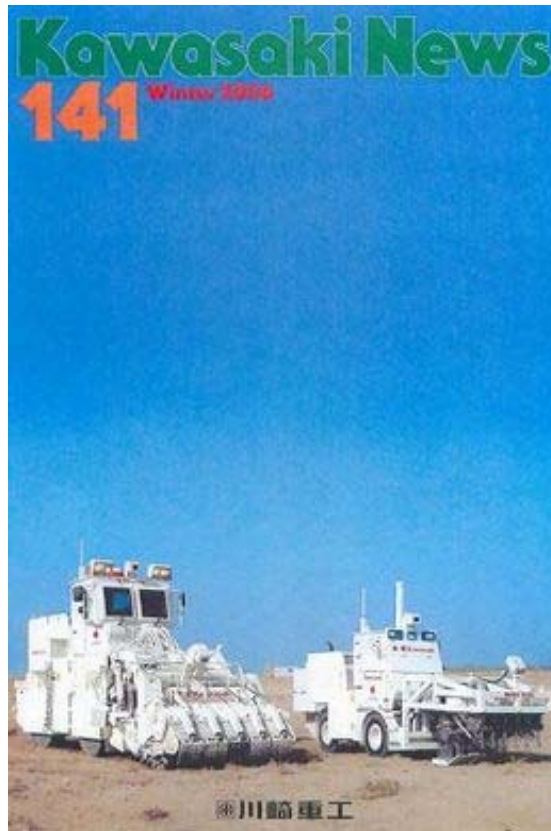


図16 会社広報誌による成果の普及

3. 2. 3. 2 広幅破碎構造型不整地対応型対人地雷除去機の開発／小松製作所

成果の詳細

(1)対人地雷除去機は、コマツの中型ブルドーザの D85EX-15 をベースマシンとして、開発した。

主な開発項目は、

- ① 広幅破碎構造型作業機の開発(高効率除去アタッチメント、破片回収バスケット)
 - ② 不整地走行のための走行装置の開発（オシレーション機能、専用トランスミッション）
 - ③ 安全操作のための防爆装置（防弾キャブ、ラジコンシステム）の開発
- の3点である。



【対人地雷除去機のモデル案】



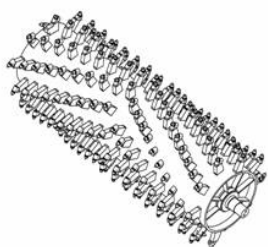
【ラジコン送信機】

Weight	35t
Power	179kW
Length	9.0m
Width	3.5m
Height	3.6m

【主要スペック】

(2) 広幅破碎構造型作業機の開発

コマツの地盤改良機の技術で培われた掘削機構の技術を応用し、掘削抵抗が低く高効率なロータビットの配列を検討した。その結果、ロータビットの配列をΛ型からM型に変更することにより、作業速度が約1.5%アップした。



【Λ型配列ロータビット】



【M型配列ロータビット】



2004 年度に実施したアフガニスタンでの現地テストや、2006 年度に実施したカンボジアでの現地テストの結果、作業速度はいずれの現場でもネット平均で 500[m²/h]以上の作業速度を達成した。また、30cm の掘削深さも達成した。更には、植生のある現場でも灌木を除去できることも確認した。

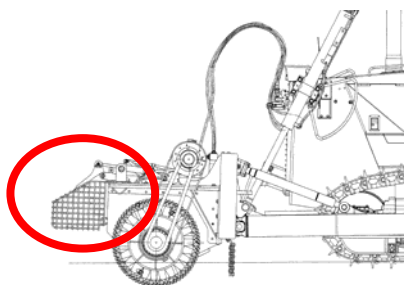


【30cmの掘削深さを達成】



【灌木も除去可能】

また、破片回収のためのバスケットシステムも開発した。



【バスケットシステム案】



【完成したバスケットシステム】

カブール近郊の実地雷原のメインベルトで除去作業を実施した結果、20個以上の地雷を約20分で除去し、除去作業後には、現場には地雷が残っていないことを確認した。



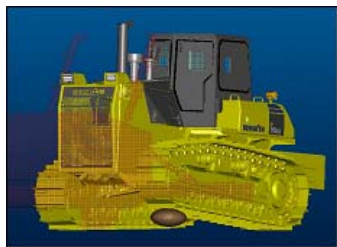
【カブール近郊のメインベルト】



【実際の爆破の瞬間】

(2)不整地走行のための走行装置の開発

アフガニスタンの様な凹凸のある土漠地帯及び山岳地帯、更にはカンボジアの様な軟弱地でも作業可能な走行装置は、ブルドーザの機能であるオシレーション機能を流用した。



【オシレーション機能】



【凹凸地盤】



【約30度の斜面】



【軟弱地盤】

尚、トランスミッションは、通常のブルドーザの速度では速すぎるの、専用トランスミッションで低速化を実現させた。

(3)安全操作のための防爆装置（防弾キャブ、ラジコンシステム）の開発

搭乗で操縦した際にオペレータを保護する防弾キャブ、また対人地雷の爆破の衝撃にも耐える作業機装置を開発し、実地雷等を供試してテストを実施した。



【POMZによる耐爆テスト】



【作業装置先端部のテスト後】

その結果、最大級の対人地雷(火薬1kg)の爆破衝撃であれば、作業機アタッチメントの先端部の消耗品

であるビットは少し熱磨耗するものの、その他の部分は問題無いことを実証した。

(4)その他

除去深さを地表から常に一定に保つ自動深さ制御装置については、開発後にアフガニスタンでその使用可否について検証を行ったが、現場で作業する際のダストの影響で赤外線センサが誤作動することが判明し、開発は中断した。

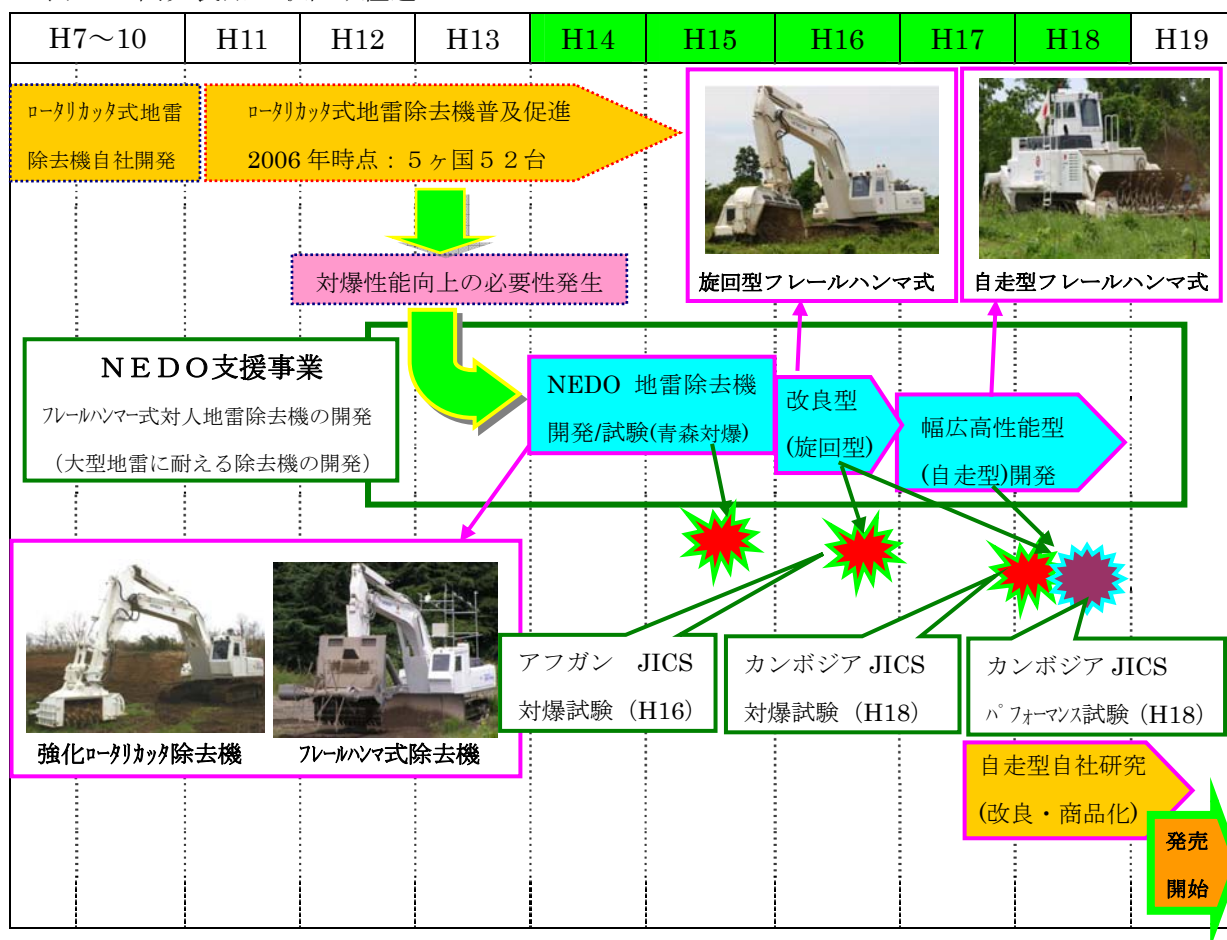
3. 2. 3. 3 灌木伐採兼対人地雷除去機プッシュ式フレイルの開発 (クローラータイプ)／山梨日立建機・日立建機

事業の位置付け (開発商品と取組み経過)

自社において既にロータリカッタ式を開発販売していたが、地雷原での安全・効率化の推進が必要であり、本事業を通じ研究開発を実施し販売できるまでの製品となった。

1) 開発商品と取組み経過 (表-1 参照)

表-1 開発製品と取組み経過



研究開発商品の概要と目標値 (開発した技術要素項目含む)

本開発助成事業に当たっては、当社グループは既に油圧ショベルを利用した地雷除去機(ロータリカッタ式)を市場に提供してマーケットニーズを把握していた。現地からの要望は、対人地雷原に混在する大型地雷や不発弾等に万一遭遇しても機械や運転者の安全が確保できるより耐久性の高い除去機とより処理性能の高い機械の導入ある。

本開発に当たっては、このニーズに出来るだけ応えるように以下の目標を決め実施して来た。(表-2)

表-2 開発の目標値

基本計画	研究項目	目的	目標
対人地雷除去機の開発 【日立建機】	クローラ式ショベルを利用したフレールハンマー式対人地雷除去機の開発 (H14.15)	対人地雷を安全かつ効率的に除去するための除去機の本体を開発する	被爆衝撃に耐える除去機本体の開発
			処理深さの精度を向上させるフレールハンマーの水平引きシステムの開発導入(精度±10cm)
			安全性向上のための高性能遠隔 (0.5km)無線操縦システムの開発導入
			遠隔 (0.5km)無線操縦をサポートする耐久性の高い遠隔監視システムの開発導入
対人地雷除去機の開発 【山梨日立建機】	クローラ式ショベルを利用したフレールハンマー式対人地雷除去機の開発 (H14.15)	対人地雷を安全かつ効率的に除去するための除去機を開発する	車両型であって、地表から深さ 30cm に埋設された対人地雷の除去が可能
			性能、構造に対する信頼性が高く、また、対人地雷の爆発から操作員の安全を確保し、地雷除去システム及び車両が耐えられること。
			操作方法が簡便で、操作が容易であり、運転・保守・修理が容易
			安全かつ効率的作業のための手順書を整備
	大型ロータリカッタ・フレールハンマー式対人地雷除去機の研究開発と総合評価 (H16.17.18)	開発品の現地評価試験と強化改造及び性能向上・耐久性の向上	地雷原の地中に30cm～50cmの石があっても損傷しないカッタやビット強化型開発
			フレールハンマーのトルクUPとロータリカッタの防塵防水性向上
			フレールハンマーやロータリカッタの防護板等改良による作業効率向上 (処理能力 450m ² /h 以上)
			エンジンパワーUPと自走方式採用による作業効率の更なる向上 (処理能力約 1200m ² /h)
			分解性向上による輸送の簡易化

以上を山梨日立建機及び日立建機が共同ですすめてきた。

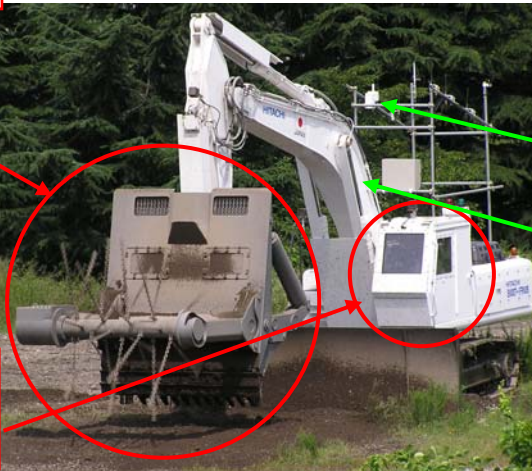
以下にその概要を写真で報告する。

【H14～15 年度研究開発したフレール式地雷除去機】

山梨日立建機開発分

大型地雷に耐え、深さ
30cm まで処理可能な
フレールハンマー装置
(処理幅：1.8m)
(回転数：500rpm)

大型地雷に耐える強化
キャブ



日立建機開発分

遠隔運転システム
(遠隔無線操縦)
(遠隔監視システム)

処理能力確保と大型
地雷に耐える強化型
本体
(日立建機担当分)
(30t 級ショベル)

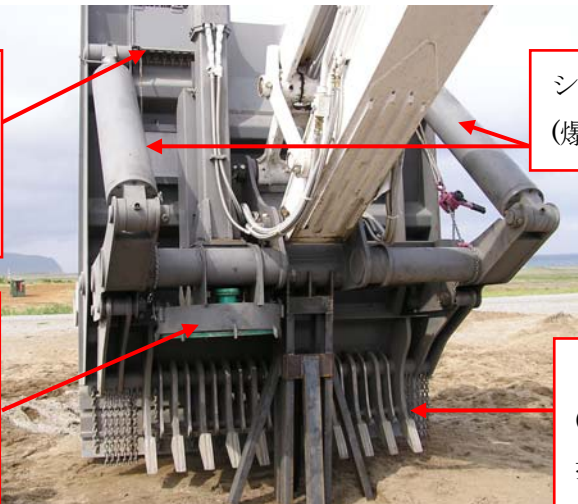
【山梨日立建機が開発した各要素技術】

防護ガード
(爆破時に運転者を
飛散物・爆風から防
御)

ショックアブソーバ
(爆破時の衝撃吸収)

マグネット装置
(表面の鉄分除去)
・伸縮格納式
・バッテリー駆動式

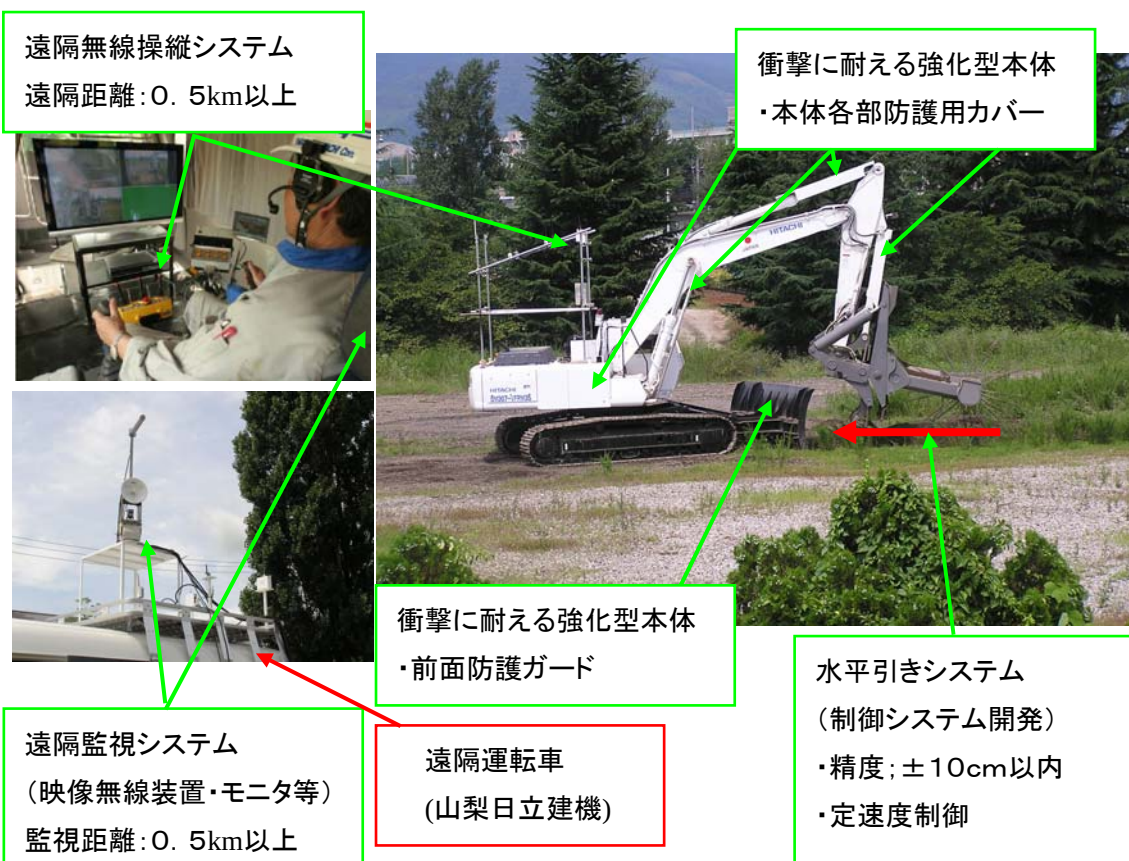
レーキ装置
(地中の深い部分の
掘り起し)



強化ロータリーカッタ
(水路・斜面など凸凹が
多い場所で有効な除去
アタッチメント)
・処理幅：1.2m
・グラブ付

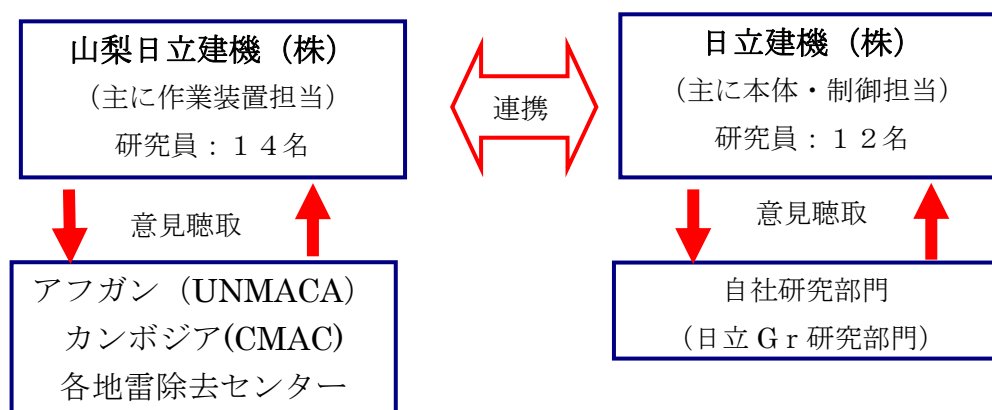


【日立建機が開発した各要素技術】



研究開発の実施体制

山梨日立建機と日立建機で開発を分担し定期的に打ち合わせをしながら開発を実施してきた。さらに必要に応じ技術部門や現地地雷除去センターの意見を求めながら開発製品が実践に適応するように努めてきた。



研究開発成果

1) 研究開発成果と達成度

当助成事業において平成 15 年 7 月及び 12 月に行われた青森下北試験場での耐爆性能テストで当社開発フレールハンマー除去機及びロータリカッターでは「**A**」の評価を得た。

そして、実践での確認テストを実施するため、平成 16 年 6 月より 12 月まで JICS で実施したアフガニスタンで実爆、パフォーマンステストに参加した。さらに継続して実施した平成 18 年 7 月～12 月までカンボジアでのパフォーマンステスト及び耐爆テストにおいて当社は、今までの要素技術を駆使して最新型のフレール型地雷除去機を開発し持ち込みテストを実施した。

以上のような取組みを通じ、安全性、耐久性、効率性で世界においても優れた精度の高い機械を開発することができたが、本研究に対する成果及び達成度を纏めると「表-3」の通りである。

表-3 研究開発成果一覧

◎：目標を上回る ○：目標達成 △：目標を未達成 ー：該当せず

目的	目標	成果	達成度	評価
地雷を安全かつ効率的に除去するための除去機の本体を開発する	被爆衝撃に耐える除去機本体の開発	被爆衝撃に耐える除去機本体の完成	大型地雷(7～10kg 級)に耐える本体が完成	◎
	処理深さの精度を向上させるフレールハンマーの水平引きシステムの開発導入(精度±10cm)	基本機能を確認、精度も計画値のレベルをクリア	機械精度は達成も、地盤の状況等外的要因で精度にバラツキが発生	△
	安全性向上のための高性能遠隔(0.5km)無線操縦システムの開発導入	2.4GHz 帯の周波数採用で遠隔距離延長できた	0.5km での遠隔運転機能完成	○
	遠隔(0.5km)無線操縦をサポートする耐久性の高い遠隔監視システムの開発導入	指向性アンテナ等の採用で遠隔画像伝送目標値をクリア	0.5km での遠隔監視機能完成	○
対人地雷を安全かつ効率的に除去するための除去機を開発する	車両型であって、地表から深さ 30cm に埋設された対人地雷の除去が可能	砂地盤(アフガニスタン)で処理深さ 30cm 以上の処理性能を確認し完成	対人地雷原及び大型地雷でも使用できる製品が完成	◎
	性能、構造に対する信頼性が高く、また、対人地雷の爆発から操作員の安全を確保し、地雷除去システム及び車両が耐えられること。	10kg 級TNT火薬での対爆試験で車両及び操作員の安全確保が十分であることを確認	当初予定の大型地雷(7～10kg 級)に十分耐える除去機完成	◎
	操作方法が簡便で、操作が容易であり、運転・保守・修理が容易	水平引き⇒旋回型に変更し操作を容易化した製品完成。また保守・修理も簡便化を図った	方向修正により、現場で採用してもらえる商品までに完成	○
	安全かつ効率的作業のための手順書を整備	各製品毎に標準作業手順書(SOP)を作成	既に現地で採用して実施中	○
開発品の現地評価試験と強化改造及び性能向上・耐久性の向上	地雷原の地中に30cm～50cmの石があっても損傷しないカッターやビット強化型開発	カッター部(ハンマー・ビット等)製品強化を図り耐久度高い製品完成	耐久試験等で性能確認実践で使用	◎
	フレールハンマーのトルクUPとロータリカッタの防塵防水性向上	239kgf-m から 334 kgf-m にトルクアップし作業時の回転数低下が減少	通常的地盤において十分な力を持った製品として完成	○
	フレームハンマーやロータリカッタの防護板等改良による作業効率向上	10kg 級地雷の爆破でも大きな損傷が無く継続使用可能なレベルに到達	通常的地雷除去においては十分過ぎるレベル	○
	エンジンパワーUPと自走方式採用による作業効率向上(処理能力約 1200m ² /h)	カンボジアにおけるパフォーマンステストで 1200m ² /h の能力を確証	過去の技術・研究を含め世界のトップレベルの製品が完成	◎
	分解性向上による輸送の簡易化	分解性向上で現地輸送で支障ない製品として完成	現地移動で各国が受入れ可能に十分なレベル	○

2) 研究開発要素技術の評価と採用状況

本技術開発においては、H14～15年度に開発された各要素技術の評価し、H16～18年度の追加研究に生かして、より高性能で対爆性の高い商品作りを実施してきた。

具体的商品開発における、要素技術の評価と商品化にあたり技術の採用状況を「表・4」に示す。

表・4 商品化にあたり採用した要素技術

(山梨日立建機開発分)

研究技術要素項目	目的・必要性	評価	採用
フレールハンマ-	大型地雷に対応	基本機能は良好	○
ショックアブソーバ	爆破衝撃を吸収	概ね良好	△
大型ロータリカッタ	大型地雷に対応	基本機能、耐久性も良好	○
視界性改善用大型ファン	処理時の視界性の確保	アフガン実験で効果なし	×
強化キャブ	運転者の安全確保	基本機能、耐久性も成功	○
マグネット装置	爆破後の金属除去	効果あるも採用は要検討	△
遠隔操作車	テスト時の安全確保等	実践では採用は要検討	△

(日立建機開発分)

研究技術要素項目	目的・必要性	評価	採用
強化型除去機本体	大型地雷に対応	耐爆性問題なし	○
水平引きシステム	処理精度(深さ)の向上	精度バラツキ	×
遠隔無線操縦システム	テスト時の遠隔操縦等	基本機能は良好	△
遠隔監視システム	同上時の監視	同上	△

(注記) 採用欄の評価基準は以下参照

- : 研究開発技術を商品に採用しているもの又は採用して行くもの
 - △ : 研究開発技術を状況に応じ改良して採用可能なもの
 - ×
- × : 研究開発も技術的採用が困難と判断したもの。

これらの技術を盛り込んだ商品は、アフガニスタン、カンボジアでのテストを通じ、地雷埋設国の除去団体であるアフガニスタンの UNMACA、カンボジアの CMAC、スリランカの NSCMA など海外の地雷除去技術アドバイザーから実用性に関して現地のニーズに適合していると高い評価を得た。

以上のことから本研究開発支援は国際貢献に繋がる意義のある研究開発であったと考える。

なお、NEDO での要素技術を活用し最終的に開発した地雷除去機を「表・5」に紹介する。

表-5 NEDO の開発技術を用いた進化させた地雷除去機

油圧ショベル型地雷除去機 (BM307-V33)	自走式地雷除去機 (BM307-FV25)
仕向け地：凹凸のある現場での除去作業	仕向け地：平坦地での除去作業
	
採用した要素技術 ① フレールハンマー装置 (処理幅 1.5m) ② 強化キャブ ③ レーキグラップル ④ 強化型除去機本体 ⑤ 遠隔操縦システム	採用した要素技術 ① フレールハンマー装置 (処理幅 3 m) ② 強化キャブ ③ ショックアブソーバー ④ 遠隔操縦システム
新規採用技術 ① 旋回方式による除去システム	新規採用技術 ① 走行方式による除去システム ② レーキシステム ③ キャブの上下昇降方式

3) 完成した地雷除去機の除去性能の比較

本開発において開発した各機能を盛り込んだ商品を、従来当社が独自にすすめていた実績品と比較すると「表-6」の通りである。

表-6 開発できた商品の性能評価

商品(タイプ)	処理対象と耐久性				処理能力(目標値：対人地雷原)
	草(高さ2m級)	ブッシュ	対人地雷	大型地雷	
ロータリカッタ式除去機(実績品)	◎	◎	◎	×	250～300 m ² /H
大型ロータリカッタ式除去機	◎	◎	◎	○	450～600 m ² /H
フレールハンマ式除去機(旋回型)	○	△	◎	◎	350～450 m ² /H
フレールハンマ式除去機(自走型)	○	△	◎	◎	推定 1,200 m ² /H

(評価方法) ◎：最適 ○：適する △：条件により適用 ×：不適

上記のとおり、耐久性及び処理能力の面で高い性能の商品を完成させることが出来た。今後本製品の拡販が期待できる。特に、商品化が可能となった大きな要因は、現地意見を取り入れた商品開発姿勢と NEDO や JICS 等の支援を得て対爆試験及び評価試験の実施が出来たことが大きな要因と言える。

4) 開発製品の世界的技術レベル

開発した機械は世界的に見ても最高の技術水準にある。世界の地雷除去機を紹介する「メカニカル デマイニング イクイップメントカタログ」誌などを見ても弊社開発機と同等の安全性、機能性、耐久性を持つ機械は見当たらない。

すでに当社独自で開発したロータリーカッタ式対人地雷除去機は、世界5カ国で52台が稼動をしている。今回、さらに大型ロータリーカッタを開発したことにより世界市場でナンバーワンの性能と考える。

5) 成果の汎用性

除去機本体は油圧ショベルをベースにして製造されているためオペレーティング及びメンテナンスが極めて簡単で整備のコストも安価で済むという特徴がある。

また、油圧ショベル型は、フレール型とロータリーカッタ型を先端で簡単に組替えて使用出来るため東南アジアを中心にしたブッシュが生い茂った地帯やアフガニスタンアフリカ等の砂漠のような現場などにおいても、幅広く使用可能である。

更に、弊社の地雷除去機は、地雷除去作業以外にも安全性を兼ね備えたインフラ用機材として使用できる多様性を兼ね備えた機械である。以上のことから汎用性の高い機材といえる。

一方、自走式フレール型除去機は、主に平坦地で使用する製品であるが、油圧ショベル型に比べ約4倍の処理能力があり除去促進には圧倒的に有効である。

6) 特許等

2002年度及び2003年度のNEDO開発における特許等は特に出願していない。2005年度から実施のNEDO要素技術を使った「フレール型地雷除去システム」については当社が独自で特許申請している。ただし、海外には出願していない。

(特許出願No.2004-098701 地雷除去装置)

参考資料（写真）

平成 14 年～15 年で開発した機械とテスト状況



開発機の全体写真（フレール付）



青森県下北試験場での対爆テスト



大型ロータリーカッタ



ロータリーカッタの対爆試験（青森）



耐爆試験（アフガニスタン）



耐爆試験（アフガニスタン）

平成 16 年～17 年で NEDO の要素技術をもとに開発した機械とテスト状況



油圧ショベル式フレールハンマー除去機 BM307-V33



耐爆試験（カンボジア）



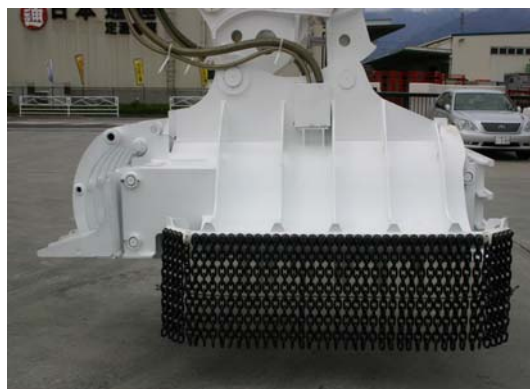
自走式フレールハンマー型除去機 BM307-FV25



耐爆試験（カンボジア）



フレールハンマー-V33



大型ロータリーカッタ

4. 実用化・事業化の見通しについて

個別テーマ毎の実用化・事業化の見通しについて、以下に記す。

4. 1 携帯型対人地雷探知機の開発

4. 1. 1 ベクトルレーダによる軽量小型高分解能型画像表示式複合地雷探知器の開発／三井造船

成果の実用化可能性

(地雷探知機の実用化可能性)

アフガニスタンでの現地調査にて探知機に要求される探知性能、運用要求を聴取後、製品開発を進め、日本国内で模擬地雷（ITEP 標準）を使った性能確認、対環境性能の検証を実施後 2006 年 6 月に試作 2 号機を実用機としての性能評価の為スリランカに持込み、社内実証試験を実施した。

スリランカ検証



スリランカではNGO、軍の協力のもとに無力化された実地雷、砲弾を使った探知試験を行い対人地雷で25cm、対戦車地雷・砲弾で50cmまでの探知能力を確認した。

その後、同年10月より12月のほぼ2ヶ月間カンボジアにて実証試験を行い、異なる土質（サンド、シルト、ラテライト）での適用、対環境性能の確認を行い、屋外、高温多湿での運用に耐える実用化製品としての確認を得ることができた。同検証では深度80cmでの対戦車地雷の探知能力も確認された。

カンボジア検証



上記スリランカ及びカンボジアでの検証を通じ、開発された探知機のセンサー・校正部品・機器についての性能、高温多湿下（湿度80～90%、機器温度50～60度）、砂塵下での長期連続使用（3時間連続、38日間、114時間）を通し、対環境性能が立証され、開発された探知機がほぼ実用化のレベルである事が確認できた。

（実用化の為の課題）

一方、現地ユーザーに採用されるための下記課題が明確になった。

a) 地雷位置表示のためのマーキング機能

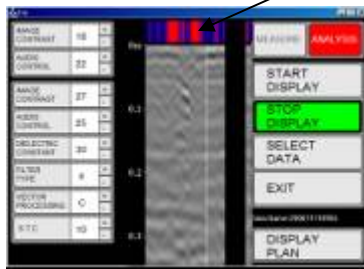
ディスプレイでリアルタイムに探知結果が表示されるが、センサへの記憶に委ねられている。センサー部に何らかのマーキング機能を持たせることで地雷の位置特定精度を向上させることが必要である。

b) 地雷有無についての判断支援データ

地雷の有無についてディスプレイでの画像データにて判断（解析）されるので、実地雷の各深度・土質でのデータ・ベース、模擬地雷原での十分な訓練が必要であることが明確になった。

画面表示例

表示画像の解析（探知者教育）



（課題の解決方針）

a) マーキング機能

今後の具体的な商談のなかで、それぞれの顧客ニーズに合わせた仕様変更の一部として解決の方針である。

b) 地雷有無についての判断支援データ

日本国内では解決不可能な問題なので1) 同様具体的な商談のなかで探知者への機器操作訓練とあわせデータ収集、解析に関する教育を実施する方針である。

（コンクリート被り計測センサーへの技術転用、実用化）

本プロジェクトにて地雷探知機用に開発、実用化された超広帯域高周波回路、小型平面アンテナ、高速信号処理 CPU、高視認性液晶モニターは三井造船が従来指向してきた電磁波式非破壊検査機への適用が可能であり、同じく従来より別途研究開発を進めてきた、コンクリート被り計測センサーの小型軽量化に役立つこととなり、2006 年末より、製品開発が行なわれた。



事業化までのシナリオ

- ・ スリランカ、カンボジアで得られた知見に基づき、商品化シナリオを策定し事業化を図りたい。
 - 1) 携帯型地雷探知機の製品展開
 - 2) 波及技術による他分野への製品展開

現地検証以前



現在

携帯型対人地雷
探知器実用化

改良検討

事業性検討

将来

改良

他顧客へ

他分野への技術転用

他事業分野



コンクリート被り

波及効果

(本プロジェクトで開発した技術の利用)

- ・ 携帯型対人地雷探知器の商品化への目途がついたことで、市場性の検討が必要であるが、コスト低減を実現し、実用化製品を普及することが可能となった。同探知機は金属探知機のみでは探知不可能である分野（土質・深度）での使用が可能なことより社会的波及効果も期待できる。
- ・ 成果技術である超広帯域高周波回路、小型平面アンテナ、高速信号処理 CPU、高視認性液晶モニターを適用することでコンクリート被り圧センサの小型、高性能化を実現し新たな商品を実現した。検知精度が従来品と比較し飛躍的に改善されていることからコンクリート診断分野での社会的波及効果が期待できる。



- ・ 開発の過程で蓄積された小型化のノウハウを他電磁波製品の開発・商品化に役立てることが可能となった。

(その他)

- ・ 長期での研究開発の継続、実用機の開発を通じ、当該分野の人材育成を促進できた。
また開発要素技術を活用した波及製品の実現により、今後の研究開発、人材育成の場が出来上がっている。

4.2 車両型対人地雷等探知機の開発

4.2.1 平坦地で効率良く地雷等を探知する遠隔制御型地雷等探知車両及び遠隔操縦・操作機材／川崎重工

成果の実用化可能性

本助成事業において所期の目標を達し、さらに2007年度に自社において実用性の向上／製品としての品質確認試験等を実施している。その結果、安定したノイズの少ない探知画像が得られるようになり、100%の探知率と低い誤警報率の両立が期待できるようになった。その作業完了の際には実用化の可能性が大きく開けると期待される。「成果」でも述べたように本機材は世界に例を見ない独創的かつ先進的なコンセプトに基づくものであり、コストダウン及び整備性の向上がその鍵を握っているといえる。

事業化

本製品は一般的な民生品とは異なり、通常の意味／手段では事業化するのは一企業の力ではなかなか難しい。性能的には抜群なものであっても高価であり、経済的に疲弊した地雷汚染国に対する日本国政府／国連機関による直接/間接的な、大幅な援助が事業化の鍵を握っている。

2007年度アフガニスタンに導入した対人地雷除去機の試験成果をもって、対人地雷除去機と組み合わせたシステムとしての有効性をアフガニスタンNGO並びに関係機関（国連及び日本政府ODA関連）へ働きかけていく。

波及効果

地雷除去による地雷汚染国の基盤産業である農業生産力の回復、インフラの整備促進による経済的波及効果は定量的な算定は難しいが非常に大きなものと推定される。そのほか、国民に与える安全／安心感も数量化されない波及効果といえる。

4.3 車両型対人地雷等探知機の開発

4.3.1 平坦地で効率良く地雷等を除去し鉄製の爆片等を回収する遠隔制御型対人地雷除去機及び遠隔操縦・操作機材／川崎重工

成果の実用化可能性

本助成事業において所期の目標を達し、さらに自社において実用性を向上させた量産型機も生産済みである。「成果」でも述べたように本機材は世界に例を見ない独創的かつ先進的なコンセプトに基づくものである。現在、政府ODA予算にてアフガニスタンに供与され、実用性評価を受けておりほぼ実用化レベルといえる。

事業化

本製品は一般的な民生品とは異なり、通常の意味／手段では事業化するのは一企業の力ではなかなか難しい。性能的には抜群なものがあっても高価であり、経済的に疲弊した地雷汚染国が自力で購入するのは難しい。地雷除去に対する日本国政府/国連機関による直接/間接的な、大幅な援助が事業化の鍵を握っているのでアフガニスタンでの試験成果をもって関係機関（国連及び日本政府ODA関連）への働きかけを強めていく。

波及効果

地雷除去による地雷汚染国の基盤産業である農業生産力の回復、インフラの整備促進による経済的波及効果は定量的な算定は難しいが非常に大きなものがあると推定される。そのほか、国民に与える安全/安心感も数量化されない波及効果といえる。

4. 3. 2 広幅破碎構造型不整地対応型対人地雷除去機の開発／小松製作所

実用化について

- a) アフガニスタンの様な土漠や斜面の多い地域でも、かつカンボジアの様な植生のある地域でも、現地テストの結果、1時間あたり 500m²以上の作業速度を達成した。
- b) 2007 年 8 月に外務省草の根無償案件で、アフガニスタンの地雷除去 NGO である Mine Detection and Dog Center へ納入し、同年 9 月中旬頃から稼働を開始する。
尚、課題としては、灌木のある現場で使用する場合には、灌木干渉防止装置の開発が必要（開発中）

事業化の見通しについて

- a) 品質について
平成 15 年 3 月～平成 19 年 3 月にかけて開発してきた対人地雷除去機は、灌木干渉防止装置の開発を残して、品質面においては目処が立った。
- b) コストについて
製造原価は予定通りの原価以下で、ほぼ達成できる見込がたった。
- c) その他
2007 年 4 月から量産体制を整え、外務省の地雷埋設国向けの援助案件で納入する体制ができた。

4. 3. 3 灌木伐採兼対人地雷除去機プッシュ式フレールの開発(クローラータイプ) ／山梨日立建機・日立建機

実用化・事業化の見通し

a) 開発投資と売上の見通し

当初、計画では5年間で約13.8億円の売り上げを目標とした。ただし、テストの遅れ等で販売は約3年間遅れてはいるが今後、4年間で当初計画の約3割アップの18億円の売り上げを見込んでいる。この中で今までに投資をした約3億分（NEDO分除く）を回収して行きたい。

b) 成果の普及

- ・本研究開発に関する論文は発表していない。
- ・機材のPRについてはカンボジア、アフガンにおける試験状況等をまとめ、海外における展示会等で普及のためのPRを実施している。（2007年4月ドイツ・バウマ展示会）
- ・テレビ、新聞、専門誌などマスコミ等で、国内で地雷除去機の開発をPRしている。
- ・各国が国内（山梨）において機械の説明やデモンストレーションができるようにオペレーションマニュアル、メカニカルマニュアルを備えている。

c) 実用化に向けての課題と対応

- ・普及のためには、耐久性の確認、様々な現場への適合性確認などが必要である。そのためには、実機を準備し、現地でのデモンストレーションの必要がある。以上の考えから自社の費用でデモ機を準備している。これにより、採用の促進と更なる課題の掘り起こしを進めている。現状における大きな課題は特に見当たらない。
- ・産業技術としては、将来、地雷除去機のロボット化による無人施工等に取り組むことが重要である。また、探査システムとの併合も視野においている。

波及効果

- ・本開発の商品はまだ販売していないため波及効果は出ていないが、当社がすでに納めたロータリーカッタ式地雷除去機の例で見ると、カンボジアでは地雷原が農地等に活用されてきており、現地での生活向上に寄与している。
- ・今後、本開発機（フレール方式）は灌木等の少ないアフリカ・中東地域に普及すると考えられる。アフリカ等における資源開発現場等には地雷が多くあり、本機を普及活用することによりインフラ整備及び農業開発また資源開発の一助になると考えられる。
- ・今後実施するロボット技術や探査技術とのコラボレーションにより関連する研究分野での技術育成にも寄与すると考えられる。

2. 分科会における説明資料

本資料は、分科会において、プロジェクト実施者がプロジェクトを説明する際に使用したものである。

経済産業省 「地中等埋設物探知・除去技術開発」

第1回事後評価分科会資料 ープロジェクト概要説明ー

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
機械システム技術開発部

平成19年10月27日

報告の概要

公開の部	プロジェクトの概要説明	
	I. 事業の位置付け・必要性	(NEDO : 大石)
	II. 研究開発マネジメント	
	III. 研究開発成果 (概要)	
	IV. 実用化・事業化の見通し (概要)	

非公開の部	プロジェクトの詳細説明	
	V. 実用化・事業化の見通し (詳細)	(助成先 : 参画企業各社)
	①携帯型対人地雷探知器の開発	
	②車両型地雷探知機の開発	
	③対人地雷除去機の開発	

I. 事業の位置付け・必要性

事業の位置付け・必要性(背景、国際情勢)

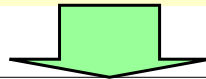
● 民生技術活用による国際貢献

- ・ 世界の数多くの紛争国において埋設された対人地雷は、紛争終了後も十分な地雷除去が行われないままに放置されており、旧紛争地域の社会・経済復興の大きな障害の一つとなっている。国際的にも深刻かつ大きな問題として認識。
 - 平成14年1月、我が国で開催された「アフガニスタン復興支援国際会議」の小泉総理(当時)オープニングスピーチにおいて、復興支援策の一環として、地雷の除去・技術開発に努めることを表明。
- ・ 平成11年には「対人地雷全面禁止条約」が締結され、世界各国で対人地雷処理支援の機運が高まり、我が国においても、経済復興及び人道的支援の観点から対人地雷処理に関する国際貢献が求められているところである。
 - これを受けNEDOでは我が国企業等が保有する優れた民生技術(制御機械技術、センサー技術等)を活用した対人地雷探知・除去機の技術開発を開始。

事業の位置付け・必要性

●国(NEDO等)が関与する必要性

- ・ 対人地雷探知・除去機器については(市場が対人地雷埋設国の国連組織や非政府組織等に限定されるという)市場限定性があるため、開発リスクを民間企業のみで負担するのは困難。
- ・ 対人地雷探知・除去技術は、建造物の非破壊検査や災害現場等における探索技術、救援技術として活用するなどの波及効果が期待でき、日本の産業技術レベルの向上につながる。
- ・ 国として顔の見える国際貢献が重視される国際情勢。

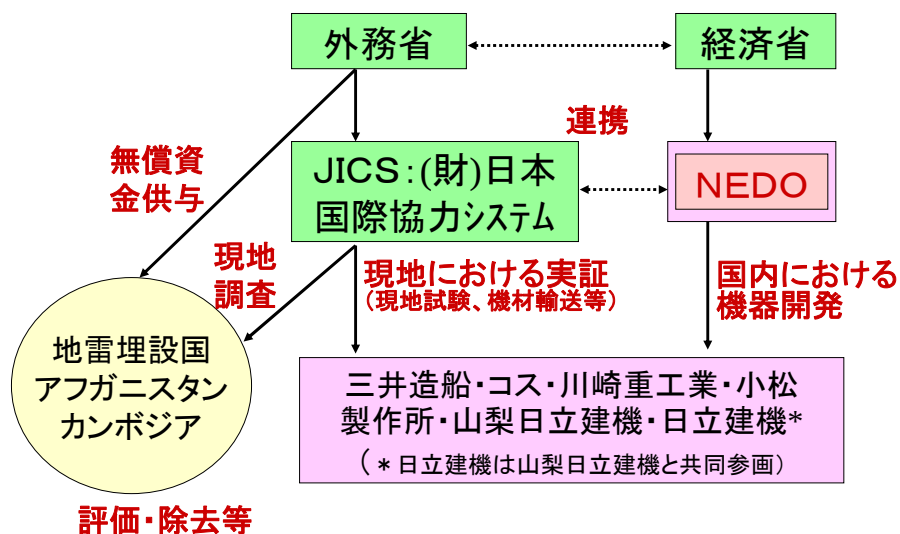


国(NEDO等)が関与し効率的な運用を行うことによって、開発リスクの軽減、技術普及、国際貢献を行う必要がある。

予算総額約7億円(5年間)に対する費用対効果は極めて優れると判断

事業原簿 p2

地雷除去活動支援機材開発研究のスキーム



事業原簿 p1

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

事業の概要

●研究開発の目的(基本計画より抜粋)

- ・我が国の優れた民生技術を現地の作業環境、需要等に十分適応した形で対人地雷探知・除去機器の技術開発に転用し、地雷除去活動に十分貢献できる優れた対人地雷探知・除去機器を世界に供給することを目的とする。開発された成果が復興支援地域において利用されることは、技術面からも国際貢献に資するものである。
- ・また、開発された技術は、対人地雷探知・除去以外にも建造物の非破壊検査や災害現場等における地中等埋設物の探知・除去への活用が期待され、我が国産業機械分野の産業競争力強化に貢献するものである。

●開発期間 : 平成14年度～平成18年度(5年間)

●予算総額 : 約7億円

事業の概要(目標)

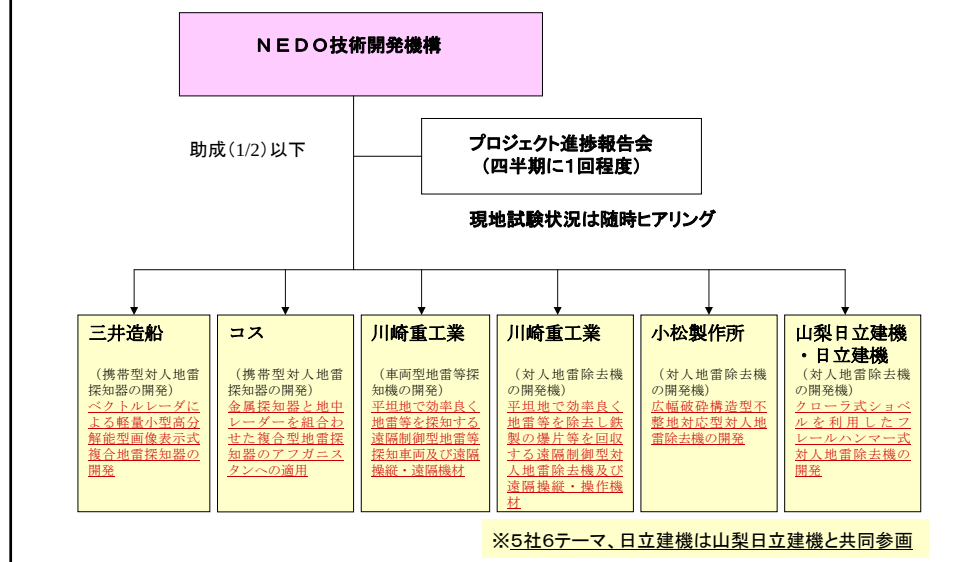
●目標(基本計画より抜粋)

- 地雷埋設地域において現地の作業者が対人地雷を安全かつ効率的に探知・除去することを可能とする機器を実用化するための技術を開発する。
- 開発される機器は、試作機について開発後に実証試験を行い、そこで得られた結果を基に更なる改良を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な探知・除去が可能な機器とすることを目指す。

事業の概要(開発項目)

開発項目	開発内容
①携帯型対人地雷探知器の開発	国内企業が潜在的に保有する各種基盤技術を活用し、例えば 金属探知器と他の方式の探知装置を組み合わせた複合型の探知装置の開発 、土質や温度適応チューニング機能の開発等を実施することにより、上記目標を達成する機器を一体として開発する。開発された探知器は実証試験を行い、そこで得られた結果をもとに更に 改良 を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な探知が可能な機器とする。
②車両型地雷等探知機の開発	国内企業が潜在的に保有する各種基盤技術を活用し、例えば 金属探知器と他の方式の探知装置を組み合わせた複合型の探知車両の開発 、土質や温度適応のチューニング機能の開発、遠隔操作型探知システムの開発、高性能センシングアームの開発、高耐性構造の開発、衝撃吸収システムの開発、モジュール構造の開発等を実施することにより、上記目標を達成する探知機を一体として開発する。開発された探知器は実証試験を行い、そこで得られた結果をもとに更に 改良 を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な探知が可能な機器とする。
③対人地雷除去機の開発	国内企業が潜在的に保有する各種基盤技術を活用し、例えば 作業深度の自動制御技術の開発、遠隔操作型除去システムの開発、高耐性構造の開発、衝撃吸収システムの開発、モジュール構造の開発 等を実施することにより、上記目標を達成する機器を一体として開発する。開発された除去器は実証試験を行い、そこで得られた結果をもとに更に 改良 を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な除去が可能な機器とする。

事業の概要(開発体制と具体的テーマ)



研究開発スケジュールと開発予算

開発項目	H14fy (補正)	H15fy	H16fy	H17fy	H18fy	
①携帯型対人地雷探知器の開発						
②車両型地雷等探知機の開発						
③対人地雷除去機の開発						
年度別予算 (百万円)						総額 (5年間)
一般会計	444	77	60	60	54	695
特別会計	0	0	0	0	0	0
総予算額(計)	444	77	60	60	54	695

事業の概要(スケジュール)

主な実施内容		H14fy (補正)	H15fy	H16fy	H17fy	H18fy
N E D O 開 発 項 目 ① ② ③	1) アフガニスタン向け 機材の開発					
	2) アフガニスタン現地 試験後の改良研究 開発		国内公開試験 (於防衛庁下北試験場)			
	3) 植生地域対応機材 の改良研究開発					
	4) 植生地域現地試験 後の改良研究開発					
外務省・JICS			アフガニスタン 現地試験 ; 現地治安悪化による帰国命令&予定遅延	カンボジア 現地試験		

事業原簿 p8

事業の概要(事業の進捗)

時期・期間	進捗内容
平成15年1月～2月	NEDOより公募
平成15年3月31日	5社6テーマを採択
平成15年4月～	採択企業において試作機開発を推進
平成15年12月12日	防衛庁下北試験場において公開試験実施
平成16年3月	コス社の機器開発は15年度までで終了 (以後のプロジェクトには参加せず)
平成16年6月 ～ 平成17年2月	外務省研究支援無償スキーム(ODA)の下で、アフガ ニスタンにおいて順次現地実証試験を実施
平成17年4月～	現地試験を踏まえ改良・高度化を実施
平成18年7月～11月	外務省研究支援無償スキーム(ODA)の下で、カンボ ジアにおいて順次現地実証試験を実施
～平成19年3月	現地試験を踏まえ改良・高度化を実施

情勢変化への対応

●的確な情勢変化への対応

基本計画

NEDO技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等基本計画の見直しを弾力的に行う。

対応実績 期間の延長 平成14～16年度 → 平成14～18年度に変更
変更理由

- ・地雷除去の技術開発はアフガニスタン復興支援の緊急事業の一つであったが、世界各地には未だ数億個もの対人地雷が貯蔵されているとの情報が公表されるなど、依然として対人地雷処理支援は大きな国際課題となっていた。国際的・人道的観点から我が国としても引き続き地雷・不発弾の除去及び地雷除去の技術開発が強く期待されている。
- ・対人地雷埋設国における実用化を視野に入れた技術開発ゆえ、地雷埋設国の土質・気候・植生、現地特有のニーズ等を反映したものにする必要がある。
- ・上記背景を踏まえ、アフガニスタンを対象とした対人地雷探知点除去機器の開発及び実証試験で得た成果を元の第2フェーズとして他の対人地雷埋設国のニーズに対応するための技術開発を実施することとした。

事業原簿 p10

情勢変化への対応

●的確な情勢変化への対応

連携・協調

防衛庁から国内耐爆用試験等のための試験場について提供・協力を受けるとともに、より効果的な現地地雷除去能力の向上に資するべく、外務省の研究支援無償スキーム(ODA)による対人地雷探知・除去機の現地実証試験等、関係省庁との連携・協調を図りつつ、技術開発を行った。

対応実績

・アフガニスタン現地での治安状況の悪化

(財)日本国際協力システムによる外務省無償支援のアフガニスタン国地雷除去活動支援機材開発研究において、機材を現地アフガニスタンに持ち込んで現地試験を実施していたところ、治安の悪化が著しくなり、安全確保ができないことから帰国命令が出され、現地試験が大幅に遅れることとなった。結果的に現地試験に使用した地雷処理機本体の日本帰国は平成17年3月末になった。

→NEDO事業による技術開発・改良の作業は
翌年度4月以降に延期する計画変更を行った。

事業原簿 p7,10

Ⅲ. 研究開発成果(概要)

個々の成果(概要1)

三井造船

ベクトルレーダによる軽量小型高分解能型画像表示式複合地雷探知器の開発 (携帯型対人地雷探知機の開発、その1)

保有する素子3モード型ベクトルレーダ技術を核としてコンピュータ搭載用軽量小型の高分解能型レーダセンサーを用い携帯型複合地雷探知器システムを開発した。また、携帯型として運用するためのセンシング手法や携帯型における結果とフィールドでの対応手法を十分に考慮しながら画像表示が可能なシステムとすることによりこれまで音等が主体であったマンマシンインターフェースのハイブリッド化による認識率アップ、複合地雷探知器の開発を行い、目標を達成した。



個々の成果(概要2)

コス

金属探知器と地中レーダーを組み合わせた 複合型地雷探知器のアフガニスタンへの適用 携帯型対人地雷探知機の開発、その2)

地中レーダー部分の温度補償機能、土壌
バランス機能、埋設物判定処理機能の開
発と安全で信頼性の高い操作手順書を構
築に取り組み、金属探知機と地中レーダー
を組み合わせた次世代の携帯型地雷探知
器の開発・試作を行い、目標を達成した。



個々の成果(概要3)

川崎重工業

平坦地で効率良く地雷等を探知する遠隔制御型地 雷等探知車両及び遠隔操縦・操作機材 (車両型対人地雷探知機の開発)

技術実証用機材として開発した遠隔制御型
地雷等探知車両をベースとし、更に1)埋設地
雷等の自動探知・識別性能、2)散布地雷等の
監視能力、3)オペレート時の安全性(対人地
雷爆破に対する耐爆性、危害半径外からのオ
ペレータ操作)4)作業性(車両本体、センサ保
持機構、オペレータアシスト機能、部品交換性
等)の改善を推進、政府の進める国際的な旧
紛争国復興支援活動に貢献できる試作機作
製し、目標を達成した。



個々の成果(概要4)

川崎重工業

平坦地で効率良く地雷等を除去し鉄製の爆片等を回収する遠隔制御型対人地雷除去機及び遠隔操縦・操作機材 (対人地雷除去機の開発、その1)

技術実証用機材として開発した遠隔制御型対人地雷処理車両をベースとし、1)対人地雷処理効率、2)対人地雷の除去能力及び鉄製爆片等の回収能力、3)安全性(対人地雷爆破に対する耐爆性、遠隔制御型車両)、4)作業性(車両本体、オペレータアシスト機能、部品交換性等)の改善を推進、政府の進める国際的な旧紛争国復興支援活動に貢献できる試作機の作製を行い、目標を達成した。



個々の成果(概要5)

小松製作所

広幅破碎構造型不整地対応型対人地雷除去機の開発 (対人地雷除去機の開発、その2)

広幅破碎構造型の対人地雷除去装置を備え、不整地での除去作業にも対応できる地雷除去機を目指し、1)深さ30cmまでの対人地雷を確実に除去できる地雷除去装置の開発、2)不整地でも作業が可能な様にオシレーション機能等、3)安全性(機材を保護するための防爆保護装置、遠隔操作装置)の開発を推進、安全で効率の良い地雷除去機の試作を行い、目標を達成した。



個々の成果(概要6)

山梨日立建機・日立建機

灌木伐採兼対人地雷除去機プッシュ式フレールの開発(クローラータイプ)

(車両型対人地雷探知機の開発、その3)

油圧ショベルを利用した地雷除去機(ロータリーカッタ式)を市場に提供して把握したマーケットニーズと保有する各種技術を活用し、更に現地からの要望を汲み上げることによって改良を推進し、1)処理性能(深さ30cmまでの処理が可能で、従来比1.5倍の約450m²/Hの処理が可能)、2)耐久性、3)安全性(対人地雷原に混在する大型地雷の爆破衝撃にも耐える)の優れたフレール式地雷除去機を開発し、目標を達成した。



事業原簿 p45

開発項目毎の目標達成状況(1)

①携帯型対人地雷探知器の開発

(三井造船)

開発目標	成果	達成度
異なる土質土壌での探知能力	金属探知機と電磁波レーダを複合することにより、金属片を含む土壌、異なる土質(サンド、シルト、ラテライト)での探知を可能とした。	達成
深深度埋設地雷の探知能力	電磁波レーダの複合により金属探知機では探知困難な深度での探知を可能とした :30cmまでの対人地雷、50cmまでの金属塊が探知可能。	達成
耐久性・信頼性	屋外での長期運用に耐えうる複合型地雷探知器の開発に成功した。	達成
操作性	軽量、コンパクト化をはかり、現地作業者にとって操作が容易な探知器の開発に成功。	達成
手順書作成	操作及び表示画面理解のための手順書(日本語版及び英語版)を作成した。	達成

事業原簿 p11

開発項目毎の目標達成状況(2)

②車両対人地雷探知機の開発

(川崎重工業)

研究項目	成 果	達成度
深度30cmにある対人地雷の探知	埋設深度50cm以浅の大型地雷・不発弾の確実な探知・識別、埋設深度30cm以浅の対人地雷を100%探知・識別	達成
安全性・耐爆発性の確保	車両の完全耐爆性は部材レベルで実証、探知センサの被爆回避のためのセンサ保持機構及び散布地雷監視装置を開発、危害半径外からの遠隔制御(500m以上)	達成
運転・保守・修理が容易	組立要領書	達成
手順書整備	取扱説明書作成、整備(日本語及び英語)	達成

事業原簿 p11

開発項目毎の目標達成状況(3)

②対人地雷除去機の開発

(川崎重工、小松製作所、山梨日立建機・日立建機)

研究項目	成 果	達成度
震度30cmに埋設された対人地雷の除去が可能	埋設深度30cm以浅の対人地雷の高効率除去能力の確保と維持 対人地雷爆破鉄片及び鉄製掘削物回収	達成
操作員の安全性確保、除去機が対人地雷の爆発に耐えられること	車両の完全耐爆性確保、除去機能部の耐爆性実証、危害半径外からの遠隔制御(500m以上)	達成
操作方法が簡便で、操作が容易であり、運転・保守・修理が容易	組立要領書	達成
安全かつ効率的作業のための手順書を整備	取扱説明書作成、整備(日本語及び英語)	達成

IV. 実用化・事業化の見通し(概要)

実用化・事業化の見通し(概要)

● 実用化・事業化について

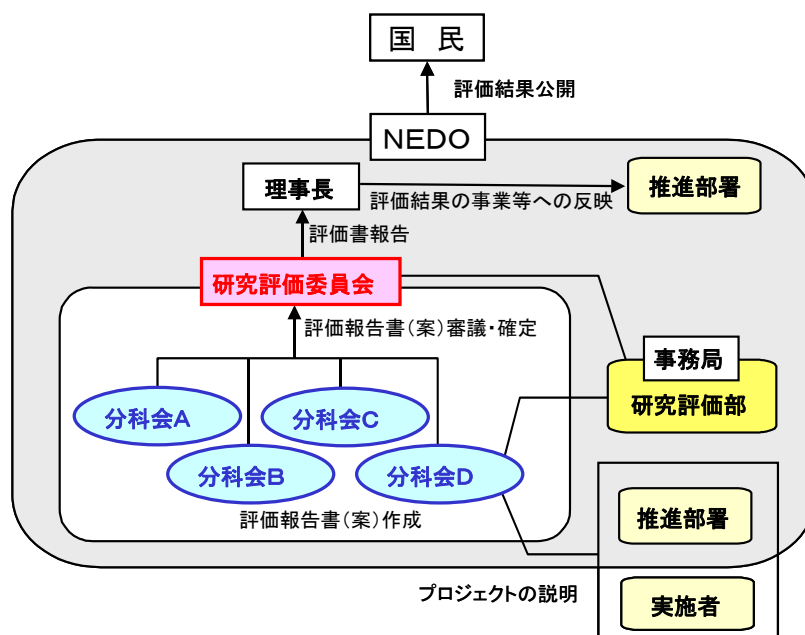
- ・いずれの開発項目においても所期の目標を概ね達成。
- ・現在、政府ODA予算にてアフガニスタンに供与され実用性評価を受けておりほぼ実用化レベルにあるといえる。すでに販売実績を有する企業もあり、今回の技術開発によりさらに世界における技術ポテンシャルが向上した。
- ・耐久性や現地適合性の確認などが必要であるが、そのためには、現地試験が重要である。
- ・対人地雷探知器については、開発した軽量・小型化されたシステム、高周波モジュール等を他分野に技術転用し、コンクリート被り計測センサー等の実用化(商品化)ができている。

参考資料 1 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて研究評価を実施する。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）における研究評価の手順は、以下のように被評価プロジェクト毎に分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書(案)を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において、

- 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画と比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員選定に当たっては以下の事項に配慮して行う。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題その他社会的ニーズ関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、分科会委員名簿にある5名を選任した。

なお、本分科会の事務局については、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構研究評価部が担当した。

3. 評価対象

平成14年度に開始された「地中等埋設物探知・除去技術開発」プロジェクトを評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部室及び研究実施者からのヒアリングと、それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価及び実施者側等との議論等により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、研究実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、研究評価委員会による『各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格、中間・事後評価の別等に応じて、各分科会において判断すべきものである。』との考え方に従い、第1回分科会において、事務局が、研究評価委員会により示された「標準的評価項目・評価基準」（参考資料1－7頁参照）をもとに改訂案を提示し、承認されたものである。

プロジェクト全体に係わる評価においては、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義や実用化への見通し等について評価した。各個別テーマに係る評価については、主にその目標に対する達成度等について評価した。

評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 地中等埋設物探知・除去技術開発施策の下で実施する事業の場合、当該施策の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、市場動向、社会情勢、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向、社会情勢等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3) 研究開発実施者の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 想定する成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）のニーズに対応できる体制を整えているか。

(4) 情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏

かつ適切に対応しているか。

- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は国際貢献につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)特許等の取得

- ・ 知的財産権等の取り扱い（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。

(2)事業化までのシナリオ

- ・ NEDO 後継プロジェクト、NEDO 実用化助成、企業内研究等、プロジェクト終了後の事業化までの道筋は明確か。
- ・ コストダウン、導入普及等の見通しは立っているか。

(3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への技術的波及効果及び経済的・社会的波及効果を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

標準的評価項目・評価基準（事後評価）

2007. 2. 28

【事後評価 標準的評価項目・評価基準の位置付け（基本的考え方）】

標準的評価項目・評価基準は、第12回研究評価委員会（平成19年2月28日付）において以下のとおり定められている。（本文中の記載例による1…、2…、3…、4…が標準的評価項目、それぞれの項目中の(1)…、(2)…が標準的評価基準、それぞれの基準中の…が視点）

ただし、これらの標準的評価項目・評価基準は、研究開発プロジェクトの事後評価における標準的な評価の視点であり、各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格等に応じて、各分科会において判断すべきものである。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 特定の施策（プログラム）、制度の下で実施する事業の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施者の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることが期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)特許等の取得

- ・ 知的財産権等の取り扱い（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。

(2)事業化までのシナリオ

- ・ NEDO 後継プロジェクト、NEDO 実用化助成、企業内研究等、プロジェクト終了後の事業化までの道筋は明確か。
- ・ コストダウン、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への技術的波及効果及び経済的・社会的波及効果を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

※ 基礎的・基盤的研究及び知的基盤・標準整備等の研究開発の場合は、以下の項目・基準による。

＊基礎的・基盤的研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることが期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)特許等の取得

- ・ 知的財産権等の取り扱い（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・出口イメージが明確になっているか。
- ・ 実用化イメージ・出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通しは立っているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への技術的波及効果等を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

＊知的基盤・標準整備等の研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることが期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)特許等の取得

- ・ 知的財産権等の取り扱い（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 知的基盤、標準整備に対する公共的な需要が実際にあるか、その見込みはあるか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。

- ・ J I S 化、国際規格化等、標準整備に向けた対応は図られているか、その見込みはあるのか。一般向け広報は積極的になされているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への経済的・社会的波及効果等を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

参考資料 2 評価に係る実施者意見

研究評価委員会（分科会）は、評価結果を確定するに当たり、あらかじめ当該実施者に対して評価結果を示し、その内容が、事実関係から正確性を欠くなどの意見がある場合に、補足説明、反論などの意見を求めた。研究評価委員会（分科会）では、意見があったものに対し、必要に応じて評価結果を修正の上、最終的な評価結果を確定した。

以下に最終的な評価結果と、評価に対する実施者意見及びそれに対する評価委員の見解を示す。

評価に対する実施者意見	実施者意見に対する評価委員の見解
【評価結果（1. 2 各論 事業の位置付け・必要性について）】 対人地雷の被害を根絶することは、人道的人命救済の観点からも重要な開発課題である。近年、対人地雷の探知、除去技術は人道的支援技術として緩和されたことから、本事業は日本の技術力による国際貢献を果たす上での意義は大きい。一方、日本には地雷原がないことや、海外での実証試験を実施する必要があることから、民間独自で取り組むことは不可能なため、国の支援は必須であった。また、日本の民生技術を転用し、高性能の機器として開発支援する上で、取り纏めとして NEDO の関与は必須であった。また、地雷の駆除に貢献すれば、その国の経済発展などに大きく寄与することからも費用対効果は大きいものと判断する。 <u>指摘1</u> <u>しかしながら、JST 等の研究事業に類似する部分があることや、外務省や防衛庁などとの連携が図られているものの、外務省の研究支援で実施した現地試験のデータが一部示されないこと、事業計画時点で転用可能性や波及効果を十分検討がされていないことなど、まだ問題点も存在している。</u>効率的、効果的に国益にかなう国際貢献に取り組むには、経産省、文科省、外務省、防衛省を取り込んだ横断的組織を作る必要があった。 地雷処理器材や人的な国際貢献を求める国々には、アフガニスタンやアフリカ諸国等多数の国々が存	【評価委員見解】 当該事業の基本計画の目的には「開発された技術は対人地雷探知・除去以外にも建物等の非破壊検査や災害現場などにおける地中埋設物の探知・除去への活用が期待され、我が国の国産産業機械分野の産業競争力強化に貢献するものである。」と記載がある。確かに、分科会等で報告があったように探知技術での転用は認められるものの、それ以外の本事業での取り組みにおける転用や波及について、事業計画時点の検討についての説明が十分で無い。従って、削除までに至らない。しかしながら、断定的な表現にしておく根拠にも乏しいので、趣旨が残るように下記の通りに修正する。 なお、技術による国際貢献を今後 NEDO が目指すの

在し、今後 ODA を含めた国際援助を進めることが望ましい。 【実施者意見】 指摘 1 しながら、JST 等の研究事業に類似する部分があることや、外務省や防衛庁などとの連携が図られているものの、外務省の研究支援で実施した現地試験のデータが一部示されないこと、~~事業計画時点で転用可能性や波及効果を十分検討がされていないこと~~など、まだ問題点も存在している。 【理由】 本地業の基本計画において「我が国の優れた民生技術を対人地雷探知・除去機器の技術開発に “転用” する」としており、この方針で計画策定しています。事業原簿および分科会資料では、技術開発の結果として、コンクリート被りセンサ等への転用・波及効果があったことを報告しましたが、転用して開発する技術を再び民生技術に逆転用することは開発の前提としていません。従いまして、原文の下線部分は事実誤認であり、削除をお願いいたします。	であれば、事業立案や運営において留意いただきたいので、この趣旨は残す方が妥当である。 「事業計画時点で転用可能性や波及効果を<u>十分</u>の検討が<u>十分</u>されていないと<u>考えられること</u>」
【評価結果（1. 2 各論 研究開発マネジメントについて）】 社会情勢や技術動向、日本の持つ現状技術を反映した研究開発目標や研究開発計画となっており、概ね妥当であったと考える。特に遠隔から操作する無人装置を開発課題に取り上げたことは、人的安全性を確保する上で重要であったといえる。事業体制に関しては、地雷探知技術開発の一部が中断を余儀なくなりましたが、プロジェクト全体では有効な成果が得られたことを勘案すると、妥当であった。国外退去などの予想外の情勢変化にも柔軟に対応した結果、土漠地域と植生地域用の 2 種類の機器開発が行われ、装置の汎用性の観点からは好ましい成果になった。 しながら、各試験項目の評価手法が実施者毎	【評価委員見解】 ある事業者の成果報告がなされたが、効果の把握が十分でないようである。しかし、努力の跡もあり、原案でいうようなは、断定的な評価をするに至らないので、上記のように修正する。なお、事業の効率的なマネジメントを行う上で、成果や効果の把握のみならず、国際的な動向や現地のニーズなども適切に把握することも必要なので、その趣旨が明確になるよ

で異なり、どの様な条件でどれだけの成果が得られたのかが判断できない。事業の性質上、目標の達成度を評価する指標を定量的客観的に設定することが難しいことは認められるが、具体的な指標を設定した上で競争開発を即すようにプロジェクトを遂行することがマネジメント上望ましかった。そのため、日本国内に模擬試験場を整備するなど、定量的に評価する手法を構築することも検討すべきであったと考える。また、指摘2ある事業者が自社の事情により事業の途中で抜けたことはやむを得ない事情として判断せざるを得ないが、その成果等を管理していないのはマネジメント上、問題を残した。実施者の情報のみならず、本事業に関する全ての情報を整備しておくべきである。 地雷探知・処理に関した案件が他省庁や科研費で取り組まれており、類似している開発支援がある。日本の国際貢献として国一丸となって取り組むべきことなので、事業立案から評価までを国で一元化し、効果ある国際支援を図るようなマネジメントが望ましかった。 【実施者意見】 指摘2ある事業者が自社の事情により事業の途中で抜けたことはやむを得ない~~事情として判断せざるを得ないが、その成果等を管理していないのはマネジメント上、問題を残した。実施者の情報のみならず、本事業に関する全ての情報を整備しておくべきである。~~ 【理由】 1 事業者は十分な成果が上がらない状態で倒産状態に陥ったのは事実ですが、その成果等を管理していないというのは事実誤認です。	うに下記の通り追記する。 「ある事業者が自社の事情により事業の途中で抜けたことはやむを得ない事情として判断せざるを得ないが、その<u>事業者の成果等を管理していないのは</u>~~はすることはマネジメント上、問題を残した。~~の効果の把握を十分されていないようなので、マネジメントの観点で問題があった面があった。<u>なお、適切なマネジメントを行う上で、実施者の情報のみならず、本事業に関する全ての情報を整備しておくべきである。</u>」
---	--

【評価結果（２．１ 個別テーマ（携帯型対人地雷探知器の開発） １）研究に関する評価】 探知結果を画像により表示し、対人地雷と他の物質を分類して認識が可能な表示技術は優れている。スリランカ・カンボジア地域での実証実験とデータ収集に基づいた研究開発を行い、対環境性能、対振動性能が高く、高い耐久性・信頼性を有している。特に、異なる土質土壌での探知能力の向上が確認されており、評価できる。一部、非破壊検査装置など民生用に応用されており、波及効果も得られている。 しかしながら、地雷敷設エリアでの実用性を考えると、マーキング機能、判断機能など機能的な部分や、センサの補正や軽量化、日中炎天下での視認性、長時間使用など利便性に関わる部分など、多面的に見て使用者側に立った設計になっているか疑問であるため、今回の開発で十分であるかどうかは判断できない。また、従来の金属探知器との比較や JST で開発された対人地雷探知技術との比較検討が行われていないので、優位性は判断できなかった。 指摘 4 なお、現場では対人地雷のみならず、対戦車地雷や散布地雷、クラスター爆弾の不発弾探知も必要である。これらに対応した探知性能の高度化が求められるので、継続的に改善することが望ましい。 【実施者意見】 指摘 4 なお、現場では対人地雷のみならず、~~対戦車地雷や散布地雷、クラスター爆弾の不発弾探知も必要である。これら~~に対応した探知性能の高度化が求められるので、継続的に改善することが望ましい。 【理由】 スリランカ、カンボジアで散布地雷、クラスター爆弾を除く対戦車地雷、不発弾及びその金属片についても探知できることを確認し、研究成果についてのご報告書 1.（7）および（8）にて記載させて戴	【評価委員見解】 指摘通り、本事業で得られた探知技術で、対戦車地雷や不発弾の探知が出来ることを理解しているが、ここでの趣旨は国際貢献として今後のこの技術を現地で活用するにしても、実際は各種地雷が混在していることから、対人地雷のみならず、各種地雷や不発弾の対応が必要であり、更なる高度な探知性能が要求されていくので、この開発で留まるのではなく、今後も継続することを望むものとしての提言である。従って、原案通りとする。
---	---

き、ご報告会折プレゼンテーション資料（２４頁）の９頁(対戦車地雷 ATM)および１１頁（砲弾 MTR 98）にて実際の探知例をご報告させて戴いております。総じて不発弾等、対人地雷と比較して金属量が多く、寸法も大きなものについては、対人地雷が探知できるのであれば探知可能であると認識しています。	
【評価結果（２．２ 個別テーマ（車両型対人地雷等探知機の開発） １）研究に関する評価】 GPR データを画像データ化した後、埋設地雷と他の物質を自動探知・識別地雷をシンボル表示することは優れている。これにより、高効率で、高い検出率が達成されている。また、車両の遠隔操縦や遠隔制御、自動探知・識別及びオペレータへの探知結果のシンボル表示が実現できていることから誤爆から開放され、人命の安全を第一優先とした開発がなされた。加えて、耐爆性、起爆防止対策などについては、軽量複合材を開発し、シミュレーションと実試験で実証していることより高く評価できる。 しかしながら、表示方法や識別方式について更なる検討・研究が必要であり、誤警報をさらに低減させる必要がある。指摘 7 また、開発された機器はとにかく大きい。軍で使えるような大きさであり、発展途上国における移動で大きな問題になるし、探知のためだけに重機械並みの燃料が必要となることが、現地で受け入れられるかが疑問である。 指摘 8 加えて、探知器と車両が近接した場所にあることから、誤爆した場合は探知器と車両の両方に損失が生じ、作業の中断となり、非効率的になる恐れがある。メンテナンスに要する時間や経済性の観点にも考慮した設計方針がなされるべきだった。 指摘 9 車両型地雷探知機としての実用化には、対人地雷のみならず地表面に存在するクラスター爆弾や散布地雷の問題もあり、これらの探知が可能なセンサの開発が今後要求される可能性がある。	【評価委員見解】 指摘 7 一般的な重機といえるサイズであり、その中でも軽量で燃費性や走行性に配慮していると思われる。しかし、大きいことには変わりはなく、どのようなオペレーションで 18 リッター/8h/day が達成しているのかも明確でない。また、8.5 トン でも灌木地など軟弱な場所ではスタックする。意見通りの燃料では済まなくなる恐れがある。従って、削除要望を受け入れるのは難しいので、原案通りとする。 指摘 8 対人地雷相当の耐爆は問題ないことを理解しているが、検知機能が故障するなど何らかのトラブルを抱えていた時に、対戦車地雷などに接触した場合は車両部分にも被害が及ぶ。例え対人地雷でも火薬量の多いものもあり、キャビンが安全でも、車両部分に被害が及ばないと

【実施者意見】

指摘7 ~~また、開発された機器はとにかく大きい。軍で使えるような大きさであり、発展途上国における移動で大きな問題になるし、探知のためだけに重機械並みの燃料が必要となることが、現地で受け入れられるかが疑問である。~~

【理由】

当機材は補用品を含め40フィートコンテナに収納し輸出できることを念頭に入れて設計しています。重量も8.5トン、ベース車両は歩道用除雪車で除雪車の中では最も小さい車両であり、燃費も一日8時間18リッター（実績）と少ないものであります。この車両は、中折れ型ステアリング機構を有し、前後輪が同じ軌跡を取り、探知していないエリアに後輪が不用意に入ることがないことを重視し選定しています。

【実施者意見】

指摘8 ~~加えて、探知器と車両が近接した場所にあることから、誤爆した場合は探知器と車両の両方GPRアンテナと保持脚器に損失が生じ、作業の中断となり、非効率的になる恐れがある。メンテナンスに要する時間や経済性の観点にを一層も考慮した設計方針がなされるべきだった開発を進めて欲しい。~~

【理由】

車両は耐爆・耐弾装甲を施しており機能損傷は受けません。機能損傷を受けるのはGPRアンテナとその保持脚だけです、これらはユニット交換でき、メンテナンスに要する時間の短縮は考慮済みです。また、高価な回路部は耐弾・耐爆構造をとっています。

【実施者意見】

指摘9 ~~車両型地雷探知機としての実用化には、対人地雷のみならず地表面に存在するクラスター爆弾~~

は言えない。そうするとその後のオペレーションに使える状況でないことも考えられる。従って、ユニット交換で対応できるとは明言は出来ないと考える。従って、削除要望を受け入れるのは難しいので、原案通りとする。

指摘9 視覚センサーを有していることは理解している。しかし、カムフラージュされた散布地雷に対して何処までの検知機能を有しているかの説明が十分されていない。国際貢献として現地に提供する際に問題となる可能性もあり、これらに対応することが今後望まれることを示唆するものであり、事実誤認とは言えない。従って、削除要望を受け入れるのは難しいので、原案通りとする。

~~や散布地雷の問題もあり、これらの探知が可能なセンサの開発が今後要求される可能性がある。~~ 【理由】 地表にある散布地雷及び不発弾を監視する視覚センサを装備しており、生画像データをオペレータに提供するだけでなく、画像処理データによりオペレータの目視探知をアシストする機能を有しており、NEDO 技術開発の中で開発済みです。	
【評価結果（２．２ 個別テーマ（車両型対人地雷等探知機の開発） ２）実用化の見通しに関する評価】 植生のある環境で適用するには、まだ解決すべき問題があるが、非常に有益な知見が集積され、アフガニスタンのような土漠環境での適用性は高いと考えられる。また、地中レーダに単純化した探知装置は、将来的に民生分野の地中探査技術への適応による実用化の可能性が期待される。リモートセンシング技術として技術応用を可能にすれば大きな波及効果が望まれる。 <u>指摘 1 0</u> もし、埋設地雷の探知率が 100%であれば大型車両による地雷探知は大きな期待となるが、未探知地雷の放置問題や探知終了エリアの保証等大きな課題が残っており、実用化の足かせになっている。 <u>指摘 1 1</u> また、今回開発された車両の重量が重いので、対戦車地雷による被爆の可能性が大きくなる。小型車両への方向転換も検討する方が望まれた。事業性を高めるためには、メンテナンスの向上やコストダウンする必要がある。 <u>指摘 1 2</u> センサのアレイ化等による調整の難しさなど機材を使用する上で要求される運用技術の水準と貸与された地雷埋設国の技術水準で大きな開きがあり、実用化、普及にはかなり難しいものがあると思われる。 【実施者意見】	【評価委員見解】 <u>指摘 1 0</u> 修正理由は判るものの、現実的には各種地雷が埋まっているエリアでの作業になり、対人地雷を分離して検知するのではなく、全てを検知することがオペレーション上重要となる。従って、限定的な表現をすると、対人地雷のみ検知できると読み取れ、「それにしか使えない」と言う誤解を生む可能性もある。従って、その点についての追記をしない方が妥当である。 従って、一部、受け入れて下記の通り修正する。 「もし、埋設~~対人~~地雷の探知率が 100%であれば大型車両による地雷探知は大きな期待となるが、現実には 1 0 0 %自動探知は難しく、未探知~~対人~~地雷の放置問題や探知終了エリアの保証等大きな課題が残っており、実用化の足かせ

指摘 1 0 もし、埋設対人地雷の探知率が 100%であれば大型車両による地雷探知は大きな期待となるが、現実には 1 0 0 %自動探知は難しく、未探知対人地雷の放置問題や探知終了エリアの保証等大きな課題が残っており、実用化の足かせになっている。

【理由】

できれば修文をお願いしたい。： 反対するわけではなく、問題を明確化するために、対人地雷とすべきと思います。特に、機械式対人地雷除去を行った後の確認に使用できれば、車両型地雷等探知機の活躍する場面は格段に広がり、地雷除去活動全体が機械化できる可能性を秘めています。 しかしながら、対人地雷除去機が除去した後の土壌は、空気等を多く含み均一な電気的特性が得られず、探査作業しながら自動チューニングできる機能でも具備しない限り、1 0 0 %の自動探知が期待できません。また、地雷の状態も形状に異変があったり、姿勢や深度が出鱈目になり一層自動探知・識別を難しくします。

【実施者意見】

指摘 1 1 ~~また、今回開発された車両の重量が重いので、対戦車地雷による被爆の可能性が大きくなる。小型車両への方向転換も検討する方が望まれた。車両は 8. 5 トンあるが、対戦車地雷や大型不発弾は深度 5 0 c m 以浅なら 1 0 0 %の探知が見込まれる。5 0 c m 程度以深の地雷は車両接地圧 4 k g /cm² 程度では圧力が伝わらず爆破が起きる可能性はきわめて低い。即ちタイヤでの地雷の爆破は対人地雷相当のみを見込んでいる。又、耐爆耐弾性を有する車両はその装甲だけで重くなり極端な小型軽量化は余程特殊な車両を開発しないかぎり実現は難しく重量的にはリーズナブルな機材である。~~

【理由】

になっている。」

指摘 1 1 理由は理解できるが、あくまでセンサが有効に機能していることを前提にしている安全性であるため、何かの機能不全により、検知出来ず、踏んでしまう場合はあり得る。そういった観点から、更なる軽量小型車両に搭載するなど、回避することも検討しても良いと考える。なお、方向転換とまで断言するのは、適当でない点もあるので、趣旨を残しながら、下記の通り修正する。

「また、今回開発された車両の重量が重いのでと考えられるが、現状のセンシング機能の有効活用で対戦車地雷を探知出来るので、これによる被爆は低いものの、センサー不良など機能しない場合は被爆する可能性が大きくなる。小型車両への方向転換適用も検討する方が望まれた。」

指摘 1 2

自動化（ブラックボックス化）は技術的な国際貢献をしつつ知財保護するには良い考え方である。しかし、現場で何らか問題が起こって、不十分な調整にな

理由は上記内容に含まれるが、長期にわたる運用において地雷爆破の機会を皆無にすることは難しく、また、安全性確保の観点から対人地雷爆破で車両が耐えられることはNEDO開発の基本要求であり耐爆・耐弾装甲は避けられませんので、これを前提に開発を進めてきました。この装甲に要する重量は小型車両であればあるほど、比率が高くなり走行性能に多大な影響を及ぼします。耐爆・耐弾装甲をやめ軽量小型化を追求する場合には、UAV化が有力ですがGPR方式では（電波法の制約もあり）高利得化、センサ安定化に大きな課題が出てきます。また、車両型地雷探知機の最大のメリットはその効率とそのロバスト性にあり、携帯型探知機では実現できない広大なサスペクトエリアから極少ないハザードエリアを見つけ出すエリア・リダクション任務の実施にある。この任務では、探査幅が広く、探査速度が速く長時間連続探査できるある程度の大きさの車両が望まれます。 【実施者意見】 指摘12 ~~センサのアレイ化等による調整対象土壌への自動識別パラメータのチューニングの難しさなど機材を使用する上で要求される運用操作には、運用技術の水準と貸与された地雷埋設国の技術水準で大きな開きがあり、実用化、普及にはかなり難しいものがあると思われる。~~対象国での各種土壌、各種地雷での訓練が欠かせない。 【理由】 多チャンネル、アレイ化でのセンサ信号の頭だし、利得の調整は自動化しています。レーダやコンピュータの知識が無くとも運用は可能であり、チューニング段階を除きオペレータの判断を必要としない自動探知自動識別が基本設計構想です。	る等不備が生じた時に、訓練のみで対応できるものではないと考える。もし、ブラックボックスを十分に理解した者を現場に派遣し、探知作業の支援をするのであれば問題ないが、現在の導入スキームから勘案すると難しいものがある。従って、修正要望を受け入れるのは難しいので、原案通りとする。
--	---

【評価結果（２．２ 個別テーマ（車両型対人地雷等探知機の開発） ３）今後に対する提言】 指摘13探知機の探知速度と除去機の除去速度が同程度である場合、探知専用の車両型機材を開発する必要性が薄れる。探知と処理を一体とするような機材を開発すべきだった。 指摘14しかしながら、探知速度が向上するならば、意義も見いだせるので、現地の環境の多様性、使用者の要望などにも対応しつつ、現地導入の結果明らかになった問題点を開発にフィードバックさせ、継続的に改良を行うことが望ましい。 なお、GPR については他の研究との組み合わせが可能であれば、それによる発展を期待できる。 【実施者意見】 指摘 1 3~~探知機の探知速度と除去機の除去速度が同程度である場合、探知専用の車両型機材を開発する必要性が薄れる。探知と処理を一体とするような機材を開発すべきだった。~~ 【理由】 現システムの統合による一体化は現実には極めて複雑なシステムとなり、一層整備性に大きな課題を持つこととなります。 また、探知機には Area Reduction というミッションがあり、広大なサスペクトエリアの中で実際に地雷が存在するエリア（全体の数％）を特定する。このとき一体化した大きな機材を使用するよりも小回りが利き燃費が格段に少ない探知車を使う方が遥かに使い勝手が良いという実状があります。原文は探知機の必要性を全否定するものであり、適切ではないと考えます。 【実施者意見】 指摘14~~しかしながら、~~ 【理由】 文章の繋がり上、「しかしながら」は不適と思われます。	【評価委員見解】 指摘 1 3 指摘 1 4システムが複雑になることや領域を特定することについては理解できるものの、分散している、各種地雷が混在する領域では、探知したら除去という対応となり、車両を入替しながらの作業は逆に煩雑となるケースもある。ここでは「今後に対する提言」として、車両型探知機の重要性を認めつつも、もし、探知速度と除去速度が同程度である場合は、除去機能を有する機材開発に目を向けるべきとの示唆である。従って、削除要望を受け入れるのは難しいので、原案通りとする。
--	--

【評価結果（２．３ 個別テーマ（対人地雷除去機の開発） １）成果に関する評価】

対戦車地雷の接触による被爆を考慮した設計となっている。また、埋設地雷が爆発しても安全な位置からの遠隔操縦を実現する我が国の最先端制御技術等を適用することにより、人的な安全確保と処理効率向上に有効である。その様なことから、諸外国の有人運転による地雷機材と比べても優位性を確保すると共に、世界に貢献できる技術であると考え。各除去機とも、各実施者が既に保有していた技術や重機械を活用し、特徴ある開発を行っている。加えて、車両本体と地雷除去器機材をブームにより分離した技術は爆発事故における車両の損傷等を最小限にできると共に、この部分を重機械の部品に替えることによって、民生用として即転用することが可能である。地雷除去後における機材の有効利用が可能であり、研究成果としては高く評価できる。しかしながら、処理性能に関して各社の評価基準が異なるために、比較、評価が難しい。また、指摘 1 5未処理または半壊状態の地雷が遠方に飛ばされたり、その場に残存する確立が大きいので、確実に処理実施が可能な2次的な地雷探知・処理技術にも着目した開発が取り組まれるべきであった。

車両の安全性を考慮すると重量が、戦車と同等程度の重さを必要とする。ただし、ユーザが必要とする除去方式毎に輸送性等を考慮した軽量化にも取り組み普及促進を図ることが望まれる。

有人車両の安全性を確保する為に対人地雷爆破に耐える機材を要求し開発してきたが、その結果として各社共に戦車と同等程度の重さが必要となった。しかし、ユーザが必要とする除去方式による軽量化に目を向けた設計を一層推進すべきであった。

【実施者意見】

指摘 1 5未処理または半壊状態の地雷が遠方に飛ばされたり、その場に残存する確立率が高いので、確実に処理除去実施が可能な2次的な地雷探知・処理技術にも

【評価委員見解】

指摘 1 5理由は理解できるが、あくまで一部の機材だけで全てに適応されているわけではない。また、除去中に何かとぶつかって車両の側面など、キャッチできないところへ飛ばされる可能性もある。安全に除去する機材としての国際貢献を目指すのであれば、明確な課題として設定されているべきものであるが、難しい面があるのも理解できるので、指摘として記載するのでなく、要望としての記載とし、趣旨を残すように一部な修正を行う。

「未処理または半壊状態の地雷が遠方に飛ばされたり、その場に残存する確立率が高いので、一部の機材では対応しているものもあるが、確実に処理除去実施が可能な2次的な地雷探知・処理技術にも着目した開発が取り組まれるべきであったの一層の促進が望まれる。」

着目した開発が取り組まれるべきであったの一層の促進が望まれる。 【理由】 「平坦地で効率良く地雷等を除去し鉄製の破片等を回収する遠隔制御型対人地雷除去機」での地雷除去は爆風穴付きエンクロージャの中で行うので未処理または半壊の地雷はベルトコンベアに運ばれ、もとの地面に戻る仕掛けになっている。従って、遠方に飛ばされることはありません。未処理または半壊地雷に対する再処理方法として、硬い土面での二重オペレーションの有効性は実施済みとなっています。	
【評価結果（２．３ 個別テーマ（対人地雷除去機の開発） ２）実用化の見通しに関する評価】 地雷による被害を無くす人道的人命救済の観点から、今後、遠隔操縦型の車両による地雷除去機材はアフガン・アフリカ諸国の地雷問題解決のために対象国に対して貸与される可能性が大きいので、実用化の必要性が極めて大きい。本事業で開発した機材は現地での実証試験を通して、その機能を検証し、実用性があることが認められる。一部の機材においては、既に納入実績もある。今後の性能向上により日本の技術による国際貢献を示すものである。 しかしながら、大型機材の場合は比較的高い維持費を要すると考えられることから、対人地雷除去機を使用する物価水準の低い国でも維持できるように、よく検討しておく必要がある。 埋設地雷の種類毎による詳細数値の処理結果が提出されていないなどの情報提供が十分でないため、技術の完成度や実用性に関する判断が難しい面がある。助成事業とはいえ、複数の参加メーカーにより開発された技術内容を定量的な条件による処理、統一された結果等の技術資料を用意すべきであろう。指摘１６また、実際の現場は対人地雷だけが埋められているとは限らない。その様な複合理設地帯における性能評価の実施を考慮するこ	【評価委員見解】 指摘１６理由は理解できるが、人命の安全のための国際貢献として取り組んだにもかかわらず、現地ですべて使って貰えないとなると、何のための国際貢献としての開発であったかが、問われることになる。確かに、武器輸出の制約に抵触することは判るが、対人地雷用として開発されているが、複合エリアでも機材や使用者の安全性を確保できる確認を取ることは必要であろう。従って、抵触することを勧めているわけではなく、国際貢献としての安全性の確認や性能の確認を考慮した方が望ましいことを示唆するものであり、原案通りとする。

とが望ましい。

【実施者意見】

指摘 1 6 ~~また、実際の現場は対人地雷だけが埋められているとは限らない。その様な複合理設地帯における性能評価の実施を考慮することが望ましい。~~

【理由】

NEDO 開発では対人地雷除去機の開発と言うコンセプトの中で実施してきました。また、これは武器輸出非該当の制約でもあります、対戦車或いは大型不発弾が混在するエリアで連続使用或いは安全に使用できる機材ではないことは設計指針から明らかです。原文は武器輸出非該当の制約を外す努力をせよと読めてしまい、無理があります。

本研究評価委員会報告は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO技術開発機構）研究評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成20年2月

NEDO技術開発機構

研究評価部

統括主幹 竹下 満

主幹 高松 秀章

担当 福山 雅久

* 研究評価委員会に関する情報はNEDO技術開発機構のホームページに掲載しています。

(<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/index.html>)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミューザ川崎セントラルタワー(20F)

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162